# СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

**№6, 2017**

**ISSN 1812–7320**

**Импакт-фактор РИНЦ = 0,738**

**Журнал издается с 2003 г.**
**12 выпусков в год**

**Электронная версия журнала** top-technologies.ru/ru
**Правила для авторов:** top-technologies.ru/ru/rules/index
**Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 70062**



***ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР***
***Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор***

***Ответственный секретарь редакции***
***Бизенкова Мария Николаевна***

***РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ***

Бобыкина Ирина Александровна (д.п.н., доцент)
Бурмистрова Ольга Николаевна (д.т.н., профессор)
Бутов Александр Юрьевич (д.п.н., профессор)
Германов Геннадий Николаевич (д.п.н., профессор)
Грызлов Владимир Сергеевич (д.т.н., профессор)
Далингер Виктор Алексеевич (д.п.н., профессор)
Жеребило Татьяна Васильевна (д.п.н., профессор)
Калмыков Игорь Анатольевич (д.т.н., профессор)
Клемантович Ирина Павловна (д.п.н., профессор)
Козлов Олег Александрович (д.п.н., к.т.н., профессор)
Кохичко Андрей Николаевич (д.п.н., профессор)
Куликовская Ирина Эдуардовна (д.п.н., профессор)
Ломазов Вадим Александрович (д.ф.-м.н., доцент)
Леонтьев Лев Борисович (д.т.н., профессор)
Марков Константин Константинович (д.п.н., профессор)
Мишин Владимир Михайлович (д.т.н., к.ф.-м.н., профессор)
Моисева Людмила Владимировна (д.п.н., к.б.н., профессор)
Мурашкина Татьяна Ивановна (д.т.н., профессор)
Никонов Эдуард Германович (д.ф.-м.н., профессор)
Осипов Юрий Романович (д.т.н., профессор)
Пшеничкина Валерия Александровна (д.т.н., профессор)
Рогачев Алексей Фруминович (д.т.н., профессор)
Скрыпник Олег Николаевич (д.т.н., профессор)
Снежко Вера Леонидовна (д.т.н., профессор)
Хода Людмила Дмитриевна (д.п.н., доцент)
Яблокова Марина Александровна (д.т.н., профессор)

Журнал «Современные наукоемкие технологии» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций. **Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

**Импакт-фактор РИНЦ = 0,738.**

**Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНИТИ.**

Учредитель, издательство и редакция: ИД «Академия Естествознания»,
почтовый адрес:
105037, г. Москва, а/я 47

Ответственный секретарь редакции –
Бизенкова Мария Николаевна
тел. +7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 20.06.2017

Дата выхода номера 27.07.2017

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Кулакова Г.А.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 21,63
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2017/6
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

# СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)**

ОПЫТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ СПОРТИВНЫХ ВУЗОВ
*Абдрахманова И.В., Широбакина Е.А., Йосипенко К.А.* ..... 7

РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРАНСМИССИОННОГО ВАЛА В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MOCODISS
*Архипов С.В.* ..... 12

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКТОРНОГО ОКТАНОМЕТРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИСАДОК НА ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА И ОТРАБОТКИ РЕЦЕПТУРЫ СМЕШЕНИЯ ТОВАРНОГО БЕНЗИНА
*Астапов В.Н., Сизова Н.А.* ..... 18

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ СУДОВОГО ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ
*Васильев С.А., Зеленов С.Н., Ребрушкин М.Н.* ..... 24

ОБНАРУЖЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ
*Гриняк В.М., Сапунов В.А., Гусев Е.Г.* ..... 29

СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МНОГООКОННЫХ ГИС
*Жигалов К.Ю.* ..... 35

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
*Золотухина Е.Б., Вишня А.С., Бушина К.С., Андрякова А.А.* ..... 40

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СМАЗЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МАСЕЛ
*Калмыков В.В., Мельников Д.А., Горбачева М.С., Сухарева А.А.* ..... 47

СПОСОБЫ И МЕХАТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НЕФТЕДОБЫЧИ
*Кашаев Р.С., Козелков О.В., Кубанго Б.Э.* ..... 52

ИЗОМОРФНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ
*Костюк А.И.* ..... 58

СТРУКТУРА ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
*Кочеткова Л.И., Сенкевич Л.Б.* ..... 62

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
*Миннигазимов Р.И., Митрофанов С.С., Порохин В.В., Гнездилова М.С.* ..... 67

ГИДРОИМПУЛЬСНЫЙ МЕХАНИЗМ БУРИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АЛМАЗНОГО БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД
*Новосельцева М.В.* ..... 72

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ
*Поливанов А.А., Белов А.В., Неумоина Н.Г.* ..... 77

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАПЛАВКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ
*Соловьев Н.И., Иванова П.М.* ..... 83

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА
*Солод В.С., Шабалин Г.А., Новиков В.В., Шабалина С.Г., Склеменов Г.Ж.* ..... 89

УЛУЧШЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА
*Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т.* ..... 93

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ
*Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Пакулов С.А., Главинская М.М.* ..... 99

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ МОНИТОРИНГА МОРАЛЬНОГО СТАРЕНИЯ
*Шестопалова О.Л.* ..... 103

## Педагогические науки (13.00.00)

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ И ШКОЛЬНИКОВ
*Алексеевнина А.К., Буслова Н.С.* ..... 108

ИГРОВАЯ СРЕДА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЧАЩИХСЯ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА
*Буров А.В., Калинин В.Е., Березина Л.А.* ..... 113

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ
*Гончаров В.Н., Шумакова А.В., Леонова Н.А.* ..... 117

СИСТЕМА БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТИ И КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ СФОРМИРОВАННОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ
*Жданов А.И., Юргелас И.В., Фролов Р.Н., Юргелас Ю.Н.* ..... 122

КРЕАТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ДИЗАЙНЕРА КОСТЮМА
*Кулешова А.А., Демидова Ю.Д.* ..... 128

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ И ЕЕ РОЛИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
*Медведь Э.И., Сергеева В.П., Киселева О.И.* ..... 134

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПЕРЕВОДЧИКОВ
*Мельникова Е.П.* ..... 139

СТИЛЬ ТРЕНЕРА В УСПЕШНОЙ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
*Николаева О.О., Марков К.К.* ..... 146

ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕТСКОГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЛАГЕРЯ КАК СРЕДСТВО СОЦИАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАННИКОВ
*Пак Л.Г., Харитонова Е.В.* ..... 152

РОЛЬ ФАКТОРА СЛУЧАЙНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛНОТЫ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ
*Романов В.П., Ширяева Н.А.* ..... 157

ВАЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АГРАРНОГО ВУЗА
*Черданцев В.П.* ..... 164

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ
*Юматова Э.Г.* ..... 169

## CONTENTS

**Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)**

PRACTICE OF INFORMATION VISUALIZATION IN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES OF UNIVERSITIES OF PHYSICAL EDUCATION
*Abdrakhmanova I.V., Shirobakina E.A., Yosipenko K.A.* ..... 7

CALCULATION OF TRANSVERSE VIBRATIONS OF TRANSMISSION SHAFT IN MOCODISS SOFTWARE PACKAGE
*Arkhipov S.V.* ..... 12

OCTANE REACTOR APPLICATION FOR STUDY OF ADDITIVES INFLUENCE ON OCTANE NUMBER OF HYDROCARBON FUEL AND MIXTURE RECIPE PROCESSING OF COMMERCIAL GASOLINE
*Astapov V.N., Sizova N.A.* ..... 18

APPLICATION OF THEORY OF TRANSIENT PROCESSES FOR THE ANALYSIS OF THE WORK OF SHIP PROPULSIVE COMPLEX DURING THE MOTION ALONG THE INLAND WATERWAYS
*Vasilev S.A., Zelenov S.N., Rebrushkin M.N.* ..... 24

DETECTION OF STATISTICAL ANOMALIES IN DATA OF ADS-B SYSTEMS
*Grinyak V.M., Sapunov V.A., Gusev E.G.* ..... 29

CREATING AND USING INTERACTIVE MULTIPLE GIS
*Zhigalov K.Yu.* ..... 35

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF AUTOMATED SYSTEM DEVELOPMENT METHODOLOGIES
*Zolotukhina E.B., Vishnya A.S., Bushina K.S., Andryakova A.A.* ..... 40

INVESTIGATION OF DEPENDENCE OF LUBRICATION OF CONSTRUCTION MATERIALS FROM SIDE OF SURFACE TENSION OIL
*Kalmykov V.V., Melnikov D.A., Gorbacheva M.S., Sukhareva A.A.* ..... 47

METHODS AND MECHATRONIC COMPLEXES OF OIL-MINING
*Kashaev R.S., Kozelkov O.V., Kubango B.E.* ..... 52

ISOMORPHO-PROBABILISTIC IDENTIFICATION OF IMAGES
*Kostyuk A.I.* ..... 58

THE STRUCTURE OF THE PROJECT MANAGEMENT PLAN IN THE FIELD OF SOFTWARE DEVELOPMENT
*Kochetkova L.I., Senkevich L.B.* ..... 62

DEVELOPMENT OF CALCULATION METHODOLOGY FOR TRIANGULATION MEASURING DEVICES
*Minnigazimov R.I., Mitrofanov S.S., Porokhin V.V., Gnezdilova M.S.* ..... 67

HYDROPULS POWER MECHANISM DRILLING MACHINES FOR DIAMOND DRILLING OF ROCK
*Novoseltseva M.V.* ..... 72

RESEARCH OF THE HYDROGEN EFFECTS ON THE BEARING CAPACITY OF MULTI-LAYER COMPOSITE SHELLS IN THE TEMPERATURE CREEP
*Polivanov A.A., Belov A.V., Neumoina N.G.* ..... 77

MODELING OF GEOMETRIC PARAMETERS SURFACING MILD STEEL
*Solovev N.I., Ivanova P.M.* ..... 83

ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR IMPLEMENTATION OF THE PROCESS APPROACH IN THE SYSTEMS OF SAFETY MANAGEMENT
*Solod V.S., Shabalin G.A., Novikov V.V., Shabalina S.G., Sklemenov G.Zh.* ..... 88

IMPROVING THE LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF DIESEL FUEL
*Urazaeva A.A., Sidorov G.M., Valinurov R.R., Aznabaev Sh.T.* ..... 93

ANALYSIS OF CONSTRUCTION WORKS IN WINTER TIME
*Shelekhov I.Yu., Smirnov E.I., Pakulov S.A., Glavinskaya M.M.* ..... 99

INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT MANAGEMENT INCLUDING MONITORING OF OBSOLESCENCE
*Shestopalova O.L.* ..... 103

**Pedagogical sciences (13.00.00)**

PECULIARITIES OF ORGANIZATION OF JOINT SCIENTIFIC-RESEARCH ACTIVITY OF FUTURE TEACHERS AND STUDENTS
*Alekseevnina A.K., Buslova N.S.* ..... 108

GAME ENVIRONMENT AS AN INDICATOR OF MENTAL AND PHYSICAL HEALTH OF PUPILS OF YOUNGER SCHOOL AGE
*Burov A.V., Kalinin V.E., Berezina L.A.* ..... 113

PEDAGOGICAL CONSCIOUSNESS IN THE CONTEXT OF FORMATION OF CONTENT OF TRAINING
*Goncharov V.N., Shumakova A.V., Leonova N.A.* ..... 117

POINT-RATING-BASED ACADEMIC ACHIEVEMENT AND COMPETENCY OF HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENTS STUDENTS' APPRAISAL SYSTEM
*Zhdanov A.I., Yurgelas I.V., Frolov R.N., Yurgelas Yu.N.* ..... 122

CREATIVITY IN THE PROCESS OF THE COSTUME DISIGNER TRAINING
*Kuleshova A.A., Demidova Yu.D.* ..... 128

THE ANALYSIS OF THE NOTION OF AESTHETIC CULTURE OF PERSONALITY AND ITS ROLE IN PROFESSIONAL TRAINING OF THE BACHELOR OF SOCIO-CULTURAL ACTIVITIES
*Medved E.I., Sergeeva V.P., Kiseleva O.I.* ..... 134

PEDAGOGICAL ASPECTS OF FOREIGN-LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE FORMATION OF SKILLED IN INTERPRETING FUTURE PROFESSIONAL LINGUISTS
*Melnikova E.P.* ..... 139

STYLE COACH INTO A SUCCESSFUL SPORTS ACTIVITIES
*Nikolaeva O.O., Markov K.K.* ..... 146

EDUCATIONAL AND EDUCATIONAL CAPACITY OF CHILDREN'S RECREATION CAMP AS MEANS OF SOCIALIZATION OF PUPILS
*Pak L.G., Kharitonova E.V.* ..... 152

ROLE OF RANDOM FACTOR IN THE PROCESS OF STUDENT'S KNOWLEDGE COMPLETENESS MEASUREMENT
*Romanov V.P., Shiryaeva N.A.* ..... 157

THE IMPORTANCE OF THE PROGRAM OF INCREASE OF COMPETITIVENESS OF THE AGRARIAN UNIVERSITY
*Cherdantsev V.P.* ..... 164

PEDAGOGICAL PRINCIPLES OF FORMATION OF RESEARCH GEOMETRIC AND GRAPHICAL ABILITIES IN THE EDUCATIONAL SYSTEM OF ENGINEERING TRAINING
*Yumatova E.G.* ..... 169

УДК 004.65:378.09

# ОПЫТ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСАХ СПОРТИВНЫХ ВУЗОВ

**Абдрахманова И.В., Широбакина Е.А., Йосипенко К.А.**

*ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград, e-mail: abdr-iren@yandex.ru*

В статье рассмотрены различные подходы к представлению учебной информации в электронных образовательных ресурсах. Описаны результаты исследования по выявлению характерных особенностей визуализации смысловых блоков, предназначенных для восприятия в условиях отсутствия непосредственной внешней методической поддержки. Приведены основные преимущества, определившие выбор программы iSpring Suite для разработки электронных учебных продуктов. Представлены образцы сжатия учебного материала на примере использования схемотехники при разработке презентации по дисциплине «Спортивная метрология» для студентов второго курса Волгоградской государственной академии физической культуры. Установлена оптимальность выбранного формата изложения для восприятия студентами высокого и среднего уровня подготовленности. Выделены трудности, возникающие при восприятии материала, подлежащего изучению, у студентов физкультурных вузов. Определены направления совершенствования содержания образовательного контента в визуализационном аспекте.

**Ключевые слова: технологии визуализации, электронные образовательные ресурсы, спортивное высшее образование**

# PRACTICE OF INFORMATION VISUALIZATION IN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES OF UNIVERSITIES OF PHYSICAL EDUCATION

**Abdrakhmanova I.V., Shirobakina E.A., Yosipenko K.A.**

*Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «Volgograd State Physical Education Academy», Volgograd, e-mail: abdr-iren@yandex.ru*

The article deals with the difference in approaches of the educational information's presentation in electronic educational resources. The characteristic features of visualization of semantic blocks intended for perception in conditions of absence in a direct external methodical support are under consideration in article. The main advantages that determined the choice of the program iSpring Suite for the development of electronic training products are demonstrated. Samples of education's compression of material are presented on example of using circuitry in developing in presentation of the discipline «Sport's Metrology» for second-year students at the Vol-gograd State Physical Education Academy. The optimality of the chosen format for students' perception of a high and intermediate level of preparedness has been established. Were picked out the difficulties of the material's perception for student who studied in sports universities. This problem is solved with the help of a new modern approach that lies in improving of educational content in the visualization aspect.

**Keywords: visualization technologies, electronic educational resources, sports higher education**

Конкурентоспособность специалиста в области физической культуры и спорта определяется его готовностью решать профессиональные задачи в динамичных условиях, с учетом вариативности множества внешних факторов. Отсутствие соответствующего опыта объясняется не только непродолжительным стажем работы молодого сотрудника, но и интенсивной трансформацией социально-экономической сферы, характерной для современной России. Данная проблема определяет востребованность непрерывного совершенствования квалификации, получения первого или второго высшего образования в сочетании с профессиональной деятельностью. Решение поставленной задачи обеспечивается дистанционными формами обучения.

Индивидуальное обучение с удаленным доступом к образовательным ресурсам актуально, в частности, для студентов спортивных вузов. Специфичность подготовки спортсменов в высшей школе, совмещающая освоение дисциплин, определенных учебным планом соответствующего направления, и участие в соревнованиях, тренировочных сборах предполагает предпочтение выбора студентами индивидуального графика обучения. Эффективность процесса формирования компетенций в этих условиях зависит от качества разработки электронных образовательных ресурсов [2].

Методисты подчеркивают высокий дидактический потенциал электронного учебника, определяемый возможностью использования информационных технологий, позволяющих обеспечить поливариантность диагностических заданий, анимационные эффекты, динамизм предлагаемых для освоения сведений, аудио- и видеосопровождение и прочее [5].

**Целью исследования** являлось определение информационного инструментария, позволяющего разрабатывать интерактивные

электронные учебные пособия, адекватно отображающие осваиваемый материал и обеспечивающие формирование компетенций, определенных государственными стандартами в области высшего профессионального образования.

Анализ технологических проблем создания ЭУП приведен в работах сотрудников кафедры естественнонаучных дисциплин и информационных технологий ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры» [7]. Центральное место в целеполагании имеют вопросы реализации потенциала информационных технологий в визуализационном аспекте.

В связи с изложенным выше особое значение приобретают структуризация учебной информации и разработка элементов дизайна электронных учебных продуктов, являющиеся процедурными элементами применения технологии визуализации. Интерес к данным технологиям объясняется необходимостью решения задач, среди которых нами выделены следующие:

1) ликвидация несоответствия между большим объемом осваиваемой информации, представленной на бумажных носителях, и стандартизированными ограничениями времени изучения отдельных дидактических единиц;

2) устранение противоречия между конкретным учебным целеполаганием и многоаспектностью представления учебных сведений в различных источниках.

Поэтапная последовательность создания электронного учебного пособия (ЭУП) подробно рассмотрена в методической литературе. Авторы подчеркивают неприемлемость апологетического или нейтрального подхода при разработке ЭУП: недопустимы стереотипный перенос текстовых фрагментов в электронную среду и полная автоматизация переноса информации в новый формат, необходима совместная продуктивная деятельность преподавателя и специалиста в области IT-технологий [3].

В функциональном аспекте процесс создания ЭУП предполагает детальную структуризацию учебного материала, внедрение средств, обеспечивающих интерактивность, использование потенциала гипертекстов мультимедийных приложений, включение управляющих блоков для выполнения практических и контрольных мероприятий, обеспечение доступа к актуальным образовательным порталам, открытым образовательным ресурсам.

Взаимодействие квалифицированного педагогического работника и программиста обеспечивает создание электронного продукта, соответствующего особенностям информационной обучающей среды и специфике направления (профиля) подготовки. Организация непрерывной непосредственной работы в системе «преподаватель – специалист в области IT-технологий» не всегда возможна и оправдана в финансовом аспекте. Эти факторы определяют актуальность использования в процессе создания электронных образовательных ресурсов специального программного обеспечения.

Современные пакеты прикладных программ для e-Learning представляют широкий спектр инструментов для создания электронных учебных материалов. Преподаватели кафедры естественнонаучных дисциплин и информационных технологий Волгоградской государственной академии физической культуры и спорта использовали для разработки электронных учебных курсов программу Microsoft PowerPoint; для преобразования созданных презентаций в формат Flash-программу iSpring Suite.

Выбор в качестве инструментального средства Microsoft PowerPoint объясняется следующими позитивными характеристиками работы с данной программой:

– быстрота разработки презентации;

– необязательность специальных навыков;

– возможность внедрения объектов, созданных посредством других программных пакетов.

Конвертирование формата файла позволило оптимизировать процесс разработки:

– уменьшить размер выходных файлов,

– решить проблему совместимости между браузерами,

– улучшить качество изображений,

– обеспечить аудио- и видеосопровождение,

– внедрить интерактивные блоки,

– включить интерактивные диагностические элементы (в частности, тесты),

– реализовать возможность создания электронного продукта преподавателю, не имеющему соответствующего опыта,

– защитить опубликованные материалы от копирования, свободного доступа,

– регламентировать работу студентов с предлагаемыми материалами.

Последний фактор является условием реализации внешнего управления учебной деятельностью студентов. iSpring обеспечивает защиту курса от несанкционированного доступа лиц, не являющихся членами учебной группы или не соблюдающих временной режим реализации образовательных

траекторий, посредством следующих ограничений:

1) индивидуальный пароль для каждого пользователя, имеющего доступ к курсу;

2) водяной знак, ограничивающий свободный просмотр презентации;

3) внешнее ограничение времени активизации ресурса, в течение которого возможен просмотр;

4) ограничение по домену, определяющее совокупность сайтов, на которых можно воспроизводить разработанный курс [4].

Анализ исследований в области технологии визуализации позволил заключить, что среди различных форм, используемых для представления учебной информации в ЭУП высшей школы, преобладают текст, схема и элементы инфографики. При разработке электронных учебных материалов были учтены дидактические преимущества и негативные стороны использования настоящих форм.

Особенности представления информации в сжатой форме описаны на рис. 1.

Согласно результатам психолого-педагогических измерений, применение схемотехнических элементов стимулирует процессы запоминания, воспроизведения и системного анализа, является одним из условий развития оценочных умений. Использование элементов инфографики в презентациях способствует эффективному выполнению синтетических операций [6].

Научно-методические материалы не содержат описаний позитивных сторон применения текстовой формы визуализации. Однако специфика некоторых дисциплин предполагает включение в презентации текстовых фрагментов, как элементов, в большей степени соответствующих контексту.

Структурирование и построение последовательности изложения учебного материала посредством различных форм основывалось на принципе согласованности с психологическими особенностями студентов. Его реализация в настоящем исследовании осуществлялась посредством соотнесения способов визуализации учебного материала и индивидуальных характеристик студентов, распределенных на группы по следующим признакам:

– предпочитаемые режимы общения;

– стиль мышления.

Определение наиболее комфортного вида коммуникации производилось на основе наблюдения и анкетирования, выявление стиля мышления осуществлялось на основе анализа особенностей процесса выполнения индивидуальных учебных заданий, тестирования, бесед.

По первому признаку были выделены группы студентов, склонных к вербальным коммуникациям, предусматривающим общение посредством устной и письменной речи; а также невербальным, предполагающим обмен информацией при помощи мимики, телодвижений, знаковых или сигнальных систем.

По второму признаку были определены группы студентов со следующими типами мышления:

1) синтетический стиль, для которого характерны склонность к комбинированию конфликтующих идей, рассмотрению противоположных позиций или подходов, предпочтение мысленного эксперимента реальному, доминирование теоретических положений над эмпирическими сведениями;

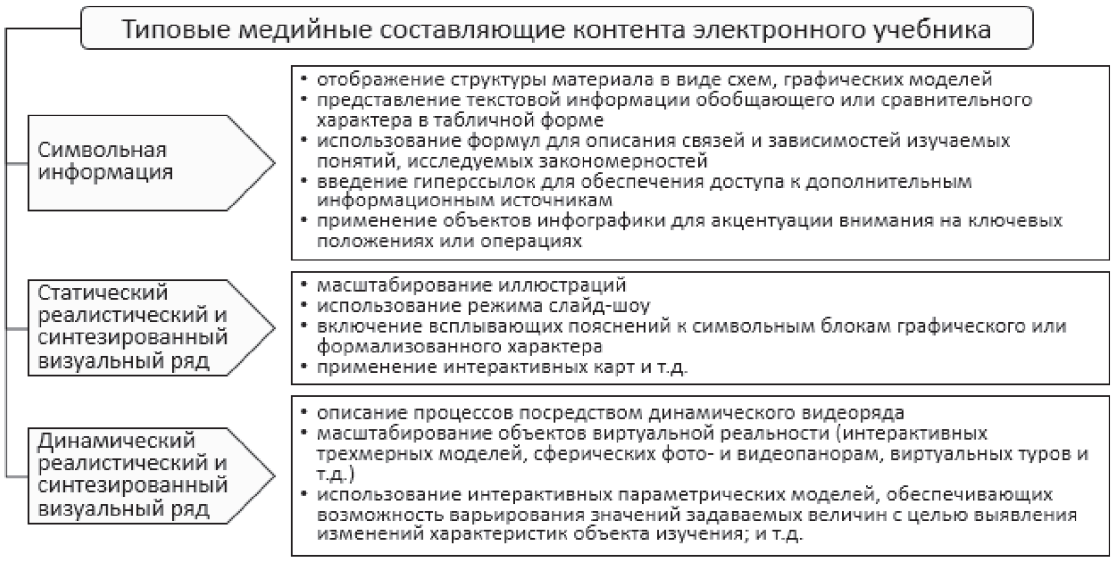



*Рис. 1. Типовые медийные составляющие контента электронного учебника*

2) идеалистический стиль, определяющий предпочтение критерия согласованности над остальными условиями оценки процессов или явлений; склонность к интуитивному оцениванию, исключающему детальный анализ проблем или подробное всестороннее рассмотрение структурных особенностей, взаимосвязей моделей систем;

3) прагматический стиль, при котором основой оценки ценности осваиваемого материала служит личный опыт, а доминирующим приемом исследования – метод проб и ошибок;

4) аналитический стиль, характеризуемый многоаспектностью рассмотрения проблем, их детализацией, логическим подходом к освоению теоретического материала и рационализацией процесса применения теоретических положений в практической деятельности;

5) реалистический стиль, предполагающий доминирование эмпирического знания над теоретическим, устранение несоответствий между фактическим и прогнозируемым результатами посредством коррекции учтенных при исследовании факторов, сопряженной с игнорированием дополнительной информации формально-логического характера [1].

В процессе исследования были определены формы визуализации информации, обеспечивающие эффективное восприятие осваиваемого материала.

Студенты с выраженными самообразовательными умениями и позитивной мотивацией учения, направленной на совершенствование организации учебно-познавательной деятельности, выделили комикс в качестве предпочитаемой формы предоставления учебного материала.

Учащиеся, ориентированные на качественные способы восприятия информации, построение вербальных коммуникаций, демонстрировали высокий уровень усвоения материала, оформленного в виде схемы. Эта группа студентов придает большое значение оценке информации окружающими: они полагаются на мнение лидеров в вопросах классификации воспринимаемых сведений по степени важности.

Один из слайдов презентации по дисциплине «Спортивная метрология», разработанной для студентов второго курса Волгоградской государственной академии физической культуры в соответствии с указанными выше особенностями освоения, представлен на рис. 2.

Склонность студентов с синтетическим стилем мышления к неопределенности, вариативности параметров, служащих основой для моделирования процессов или явлений, определяет предпочтение отображения осваиваемого материала в форме динамических моделей.

Студенты-«идеалисты» подчеркивают важность наличия в предлагаемых материалах иерархических структур и последовательного стиля изложения информации.

*Рис. 2. Пример использования в качестве визуализации схемоязыка, фото и видео с комментариями*

**Фолы – основные понятия**

От количества и вида полученных фолов зависит вынесение судьей дополнительного наказания

| Количество и вид фола | Наказание | Примечание |
|---|---|---|
| *Игрок* получает **5** персональных фолов в матче | *Игрок* покидает игровую площадку и не может принимать участие в матче | *Игроку* разрешается остаться на скамейке запасных |
| *Игрок* получает дисквалифицирующий фол | *Игрок* покидает место проведения матча | *Игроку* не разрешается остаться на скамейке запасных |
| *Игрок* или лица на скамейке получают **2** технических фола | Игрок и/или лица на скамейке дисквалифицируют до конца матча | Команде соперника предоставляется 1 штрафной бросок, за которым последует, вбрасывание из-за пределов игровой площадки на продолжении центральной линии напротив секретарского стола |
| *Игрок* получает **2** неспортивных фола | | |

Понятие фолов связано с принципами цилиндра и вертикальности, нарушение любого из них приводит к наказанию

*Рис. 3. Пример таблицы ЭУП «Правила игры и основы судейства в баскетболе»*

Учащиеся с прагматическим стилем мышления проявляют высокий интерес к материалу прикладного характера, отражающему непосредственную связь с будущей профессиональной деятельностью.

Студенты-«аналитики» предпочитают следующие формы организации осваиваемого материала: сравнительные таблицы, схемы, сведения, представленные в виде формул, алгоритмы.

Формы, оптимизирующие процесс восприятия информации студентами с реалистическим стилем мышления, включают графические объекты, содержащие сравнение результатов совокупности эмпирических исследований или описание реальных процессов при варьировании значений одного или нескольких факторов.

На рис. 3 представлен фрагмент электронного учебного пособия с информацией, удобной для восприятия большинством студентов с различными стилями мышления.

В результате исследования выявлены структурные и содержательные особенности использования визуализационных технологий при организации учебного материала в ЭУП. Обоснован выбор программы iSpring Suite для конвертирования учебных материалов, представленных в виде презентаций Microsoft PowerPoint, в формат Flash. Определены формы визуализации, оптимальные для студентов вузов с различным стилем мышления и предпочитаемым способом коммуникации. Выделены позитивные и негативные характеристики влияния различных элементов дизайна, используемых в ЭУП, на процесс освоения учебной информации. Результаты исследования используются при отборе информационных средств создания интерактивных электронных учебных пособий, оптимизирующих формирование компетенций, определенных государственными стандартами в области высшего профессионального образования.

## Список литературы

1. Абдрахманова И.В. Методика использования учебно-познавательных задач для формирования логических операций у студентов колледжа в процессе обучения математике: дис. ... канд. пед. наук. – Волгоград, 2004. – 201 с.

2. Абдрахманова И.В. Построение иерархии компетентностно-ориентированных контрольных материалов // Проблемы и перспективы внедрения информационных и коммуникационных технологий в физкультурное образование в контексте подготовки конкурентоспособного компетентного специалиста: материалы междунар. науч. конф. (Волгоград, 21–25 нояб. 2016 г.) – Волгоград, 2016. – С. 7–12.

3. Босова Л.Л., Зубченок Н.Е. Электронный учебник: вчера, сегодня, завтра // Образовательные технологии и общество. – 2013. – № 3. – Т. 16. – С. 697–712.

4. Зарипова Н.Ж., Зарипова М.Ж. Использование программы iSpring Suite при создании мультимедийных электронных учебных пособий // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. – 2014. – № 2. – С. 77–82.

5. Ковина Т.П. От концепции до реализации: опыт разработки электронного учебного пособия // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – № 1. – Т. 5. – С. 176–180.

6. Костромина С.Н., Гнедых Д.С. Психологические факторы усвоения студентами учебной информации в зависимости от типа мультимедийной презентации // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. – 2014. – № 4. – С. 114–125.

7. Широбакина Е.А., Стеценко Н.В., Сандирова М.Н. О разработке электронных учебно-методических комплексов // Теория и практика физической культуры. – 2016. – № 7. – С. 104.

УДК 531.8

# РАСЧЕТ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРАНСМИССИОННОГО ВАЛА В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ MOCODISS

**Архипов С.В.**

*ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», Улан-Удэ, e-mail: svarkh@bsu.ru*

В работе рассмотрен принцип построения основных расчетных схем программного пакета MOCODISS (*Modeling of Continuous-Discrete Systems*), предназначенного для расчета достаточно сложных континуально-дискретных систем, состоящих из одномерных систем упруго связанных стержней на упругом неоднородном основании и упруго присоединенных к ним цепочек масс. Рассмотрен вопрос применения общей расчетной схемы для разных вариантов исполнения стержневых конструкций. Изложены основные идеи математического аппарата программного пакета MOCODISS для расчета динамических характеристик и напряженно-деформированного состояния стержневых систем. Представлен сравнительный анализ точности расчетов на примере известной модельной задачи. Исследована зависимость собственных характеристик трансмиссионного вала относительно допустимых вариаций длины шлицевого соединения. Выявлен диапазон изменения низших частот, максимальных смещений и усилий при изменении длины шлицевого соединения трансмиссионного вала автомобилей УАЗ.

**Ключевые слова: поперечные колебания, трансмиссионный вал, метод сплайн-преобразования координат, частота собственных колебаний, вибрационная амплитуда**

# CALCULATION OF TRANSVERSE VIBRATIONS OF TRANSMISSION SHAFT IN MOCODISS SOFTWARE PACKAGE

**Arkhipov S.V.**

*Federal Government Budget Educational Institution of Higher Education Buryat State University, Ulan-Ude, e-mail: svarkh@bsu.ru*

The article considers a building-up principle of the basic calculation schemes for MOCODISS software package (Modeling of Continuous-Discrete Systems) to calculate more difficult continuous-discrete systems consisting of one-dimensional systems with elastically attached rods on the elastic non-uniform foundation and elastically mounted series of discrete masses. The use of the common calculation scheme for different variants of the rod constructions is considered here. To count the dynamic characteristics and strain-stress state of the rod system the main ideas of a mathematical apparatus of MOCODISS software package are explained. The known model task is used for the comparative analysis of accuracy of calculations. The calculation of transverse vibrations of drive transmission shaft is carried out. The dependence between own characteristics of transmission shaft and length change of flexible spline joint is studied.

**Keywords: transverse vibrations, a transmission shaft, method of spline transformations of coordinates, free frequency, vibrational amplitude**

Стержни широко применяются в различных машиностроительных сооружениях и приборах. При этом условия работы и взаимодействия стержней с другими элементами конструкции исключительно многообразны [5]. Так, например, трансмиссионные валы испытывают различные виды нагрузок. В силу неуравновешенности *масс,* работы муфт с перекосом трансмиссионные валы помимо основных крутильных нагрузок испытывают продольные и поперечные нагрузки. Для предотвращения опасных вибраций, снижения динамических нагрузок совершенствуются компенсирующие свойства упругих муфт [8], разрабатываются новые материалы конструкций. Поэтому развитие методов расчета динамических характеристик неоднородных стержневых систем, а также разработка программного обеспечения, реализующего уточненные методики, продолжают оставаться актуальными.

Авторская программа [2] MOCODISS (***Мо**делирование **ко**нтинуально-**ди**скретных **с**истем*) позволяет проектировать и производить расчеты на прочность континуально-дискретных систем, представленных неоднородным стержнем и подсистемой дискретных масс на вязкоупругом основании. Пакет состоит из модулей подготовки данных, расчета и анализа результатов. Модуль расчета основан на методе сплайн-преобразования координат.

Теоретические основы сплайн-аппроксимаций заложены в трудах Дж. Алберга [1], Э. Нильсона, Дж. Уолша, А. Сарда, С. Вейнтрауба и др. Значительный вклад внесли В.А. Лазарян, С.И. Конашенко [7], Е.Т. Григорьев, Н.Б. Тульчинская, А.К. Юсупов [9] и др.

В работе изложен принцип построения основных расчетных схем программного пакета MOCODISS. Обсуждаются основные идеи математического аппарата.

Рассмотрен пример расчета известной в литературе задачи о колебаниях крыла самолета [4]. Приведен расчет низших частот поперечных колебаний, перемещений и усилий трансмиссионного вала автомобилей УАЗ при вариациях длины шлицевого соединения.

### Основная расчетная схема MOCODISS

В расчетной схеме MOCODISS неоднородный по жесткости и массе стержень аппроксимируется большим числом однородных, за исключением точечных включений в массу, стержней, связанных вязкоупругими шарнирами с двумя степенями свободы сравнительно малой жесткости $k_{M_i}$ и $k_{Q_i}$. Коэффициент $k_{M_i}$ соответствует угловой жесткости шарнира, $k_{Q_i}$ – поперечной. Каждый однородный стержень такой системы имеет неоднородное вязкоупругое основание, точечную массу $M_{rq}$ в сечении $x = d_{rq}$, вязкоупругое защемление и опору жесткости $k_{2rq}$ и $k_{1rq}$ $(r = \overline{1,n+1},\ q = \overline{1,N})$ соответственно.

Основная расчетная схема MOCODISS позволяет проводить исследование поперечных колебаний неоднородного стержня с подсистемой дискретных масс, связанных между собой, неподвижным основанием и с некоторыми сечениями $x = d_{rq}$ стержня вязкоупругими связями.

Такая расчетная схема может быть использована при анализе различных строительных конструкций, узлов машин и установок, например колонных аппаратов химических производств и других объектов. В частности, при моделировании коренных валов, несущих основные рабочие органы машины, а также валов передач. Упругие шарниры расчетной схемы позволяют исследовать движение валов, соединенных цилиндрическими шарнирами [6], упругими муфтами. Возможен учет промежуточных опор и закрепленных масс.

Таким образом, приведенная расчетная схема охватывает довольно большой класс элементов машиностроительных конструкций, объединенных общим математическим описанием.

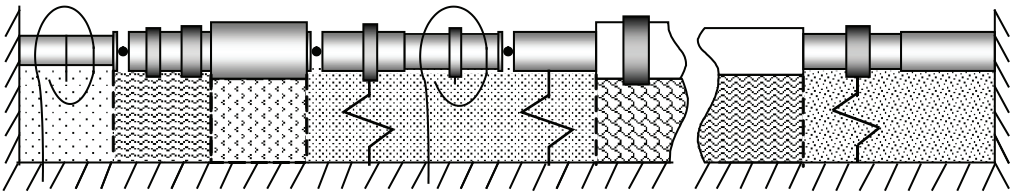


*Рис. 1. Пример неоднородного стержня основной расчетной схемы MOCODISS*

### Краткое описание математической модели

Математическая модель вибрационных поперечных колебаний такой стержневой системы [2] приводит к начально-краевой задаче (1)–(3):

$$\left(1+\mu_1\frac{\partial}{\partial t}\right)\left\{\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left[EI(x)\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right]-\frac{\partial}{\partial x}\left[k_2(x)\frac{\partial w}{\partial x}\right]+k_1(x)w\right\}+m(x)\left[\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}+\mu_0\frac{\partial w}{\partial t}\right]=$$

$$=\sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N}\sum_{p=1}^{P}c_{rqp1}\left(1+\mu_1\frac{d}{dt}\right)\left[y_{rqp1}(t)-w(d_{rq},t)\right]\sigma_1(x-d_{rq});$$

$$M_{rqp\ell}\left[\ddot{y}_{rqp\ell}+\mu_0\dot{y}_{rqp\ell}\right]+\left(1+\mu_1\frac{d}{dt}\right)\times \tag{1}$$

$$\times\left\{c_{rqp\ell}\left(y_{rqp\ell}-y_{rqp,\ell-1}\right)+c_{rqp,\ell+1}\left(y_{rqp\ell}-y_{rqp,\ell+1}\right)+\tilde{c}_{rqp\ell}y_{rqp\ell}\right\}=0.$$

$$w(x,0)=w_0(x);\quad w(x,0)=\hat{w}_0(x);$$

$$y_{rqp\ell}(0)=\breve{y}_{rqp0};\quad \dot{y}_{rqp\ell}(0)=\hat{y}_{rqp0}, \tag{2}$$

$$r=\overline{1,n+1},\quad q=\overline{1,N},\quad p=\overline{1,P},\quad \ell=\overline{1,K};$$

$$w=0;\ \frac{\partial w}{\partial x}=0;\ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}=0;\ \frac{\partial^3 w}{\partial x^3}=0;\ w=0;\ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}=0. \tag{3}$$

Здесь $w(x, t)$, $y_{rqp\ell}(t)$ – перемещения стержня и масс $M_{rqp\ell}$; $c_{rqp\ell}$ – жесткость упругой связи дискретных масс $p$-й цепочки, закрепленной в сечении $x = d_{rq}$; $\tilde{c}_{rqp\ell}$ – жесткость упругой связи массы $M_{rqp}$ с неподвижным основанием; $\sigma_0$ и $\sigma_1$ – функции единичного скачка и Дирака; $\mu_0$ и $\mu_1$ – внешние и внутренние диссипативные коэффициенты; $EI(x)$ и $m(x)$ – параметры жесткости и массы неоднородного стержня, удовлетворяющие условиям (4) и (5) соответственно; $k_1(x)$ и $k_2(x)$ – характеристики неоднородного основания (6).

$$EI(x) = EI_0\left\{\left[1+\sum_{i=1}^{n}\alpha_i\sigma_0(x-a_i)\right]^{-1} + \right.$$
$$+\sum_{i=1}^{n}\left[\left(-\frac{EI_0}{k_{Qi}}\left(\frac{Z'\left(a_i^*\right)}{Z\left(a_i^*\right)}\right)^2+\frac{EI_0}{k_{Mi}}\right)\times\right. \tag{4}$$
$$\left.\left.\times\,\sigma_1\left(x-a_i^*\right)-\frac{EI_0}{k_{Qi}}\frac{Z'\left(a_i^*\right)}{Z\left(a_i^*\right)}\sigma_2(x-a_i^*)\right]\right\}^{-1};$$

$$m(x) = m_0\left\{1+\sum_{i=1}^{n}\beta_i\sigma_0(x-a_i) + \right.$$
$$\left.+\sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N}\frac{M_{rq}}{m_0}\sigma_1(x-d_{rq})\right\}; \tag{5}$$

$$k_1(x) = \bar{k}_0\left\{1+\sum_{i=1}^{n}\bar{k}_i\sigma_0(x-a_i) + \right.$$
$$\left.+\sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N}\frac{k_{1rq}}{\bar{k}_0}\sigma_1(x-d_{rq})\right\};$$
$$k_2(x) = \sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N}k_{2rq}\sigma_1\left(x-d_{rq}\right). \tag{6}$$

В (4)–(6) и далее $Z = -\dfrac{M(x)}{EI_0} = \dfrac{I(x)}{I_0}X''$ – приведенный изгибающий момент $M(x)$; $EI_0$, $m_0$ и $\bar{k}_0$ – параметры жесткости и массы стержня, и упругого основания при $0 < x < a_1$; $I(x)$ момент инерции сечения стержня в точке $x$; $I(x) = I_0$ при $0 < x < a_1$; $\alpha_i$, $\beta_i$ и $\bar{k}_i$ – коэффициенты скачков параметров стержня и основания в сечениях $x = a_i$. Для преобразований формул принято, что точечные включения в жесткость стержня расположены в сечениях $a_i^* = a_i + 0$.

Применяя классический метод решения начально-краевой задачи (1)–(3), находятся частные нетривиальные решения $T(t)X(x)$ и $A_{rqp\ell}T(t)$ подсистемы (1), удовлетворяющие краевым условиям (3). Для определения амплитуд $A_{rqp\ell}$ дискретных масс $rqp$-й цепочки найдены рекуррентные формулы относительно перемещений сечений $x = d_{rq}$ стержня.

Далее, задача о совместных колебаниях неоднородного стержня и подсистемы масс сводится [3] к формулировке (7), соответствующей проблеме колебаний неоднородного стержня с жестко присоединенными приведенными массами (8).

$$X'' = \left\{\left[1+\sum_{i=1}^{N}\alpha_i\sigma_0(x-a_i)\right]^{-1}+\sum_{i=1}^{n}\frac{EI_0}{k_{Mi}}\sigma_1\left(x-a_i^*\right)\right\}Z-\sum_{i=1}^{n}\frac{EI_0}{k_{Qi}}Z'\left(a_i^*\right)\sigma_2\left(x-a_i^*\right);$$
$$Z'' = \lambda^4\left\{1-\frac{\bar{k}_0}{m_0\nu^2}+\sum_{i=1}^{n}\left[\beta_i-\frac{\bar{k}_i\bar{k}_0}{m_0\nu^2}\right]\sigma_0(x-a_i)\right\}X+$$
$$+\sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N}\left\{\left[\frac{M_{rq}^*\lambda^4}{m_0}-\frac{k_{1rq}}{EI_0}\right]X(d_{rq})\sigma_1\left(x-d_{rq}\right)+\frac{k_{2rq}}{EI_0}X'(d_{rq})\sigma_2\left(x-d_{rq}\right)\right\}. \tag{7}$$

$$M_{rq}^* = M_{rq}+\sum_{p=1}^{P}M_{rqp1}\frac{\omega_{rqp1}^2}{\nu^2}\left[A_{rqp1}^*-1\right]. \tag{8}$$

Выражение $\lambda^4 = \dfrac{m_0\nu^2}{EI_0}$ в (7) задает собственные значения системы.

Затем, применив к уравнениям (7) сплайн-преобразование

$$x = \gamma_0\xi+\sum_{i=1}^{n}\gamma_i(\xi-b_i)\,\sigma_0(\xi-b_i),$$

получаем уравнение (9) с постоянными коэффициентами в правой и сингулярностями высокого порядка в левой части уравнения

$$X_{\xi}^{\mathrm{IV}} - \lambda^4 X =$$

$$= \sum_{\alpha=0}^{1}\sum_{r=1}^{n+1}\sum_{q=1}^{N} h_{\alpha rq} X_{\xi}^{(\alpha)}(c_{rq})\sigma_{\alpha+1}(\xi - c_{rq}) +$$

$$+ \sum_{\alpha=1}^{3}\sum_{i=1}^{n} \varsigma_{\alpha i} X_{\xi}^{(\alpha)}(b_i - 0)\,\sigma_{4-\alpha}(\xi - b_i) + \qquad (9)$$

$$+ \sum_{\alpha=1}^{2}\sum_{i=1}^{n} e_{\alpha i} X_{\xi}^{(\alpha+1)}(b_i - 0)\sigma_{\alpha+2}\left(\xi - b_i^*\right).$$

В (9) коэффициенты $h_{\alpha rq}$, $\zeta_{\alpha i}$, $e_{\alpha i}$ зависят от параметров стержневой системы [3].

Применяя операционный метод к уравнению (9), исключив коэффициенты $X_{\xi}^{(\alpha)}(c_{rq})$ и $X_{\xi}^{(\alpha)}(b_i - 0)$, получено [3] аналитическое выражение для собственных форм в виде

$$X(\xi) = \sum_{\zeta=0}^{3} X_{\xi}^{(\zeta)}(0)\Phi_{\zeta}(\xi), \qquad (10)$$

где $\Phi_{\zeta}(\xi)$, $\zeta = \overline{0,3}$ – принято [7] интерпретировать как обобщенные функции А.Н. Крылова.

Найденные аналитические выражения обобщенных функций А.Н. Крылова позволили из (3) определить собственные значения $\lambda_s$ ($s$ = 1, 2, 3...) континуально-дискретной системы. Далее, используя обратное сплайн-преобразование

$$\xi = \gamma_0^* x + \sum_{i=1}^{n} (x - a_i)\gamma_i^* \sigma_0(x - a_i),$$

найдены собственные формы в начальной системе координат.

Представленный математический аппарат составляет основу расчетного модуля программного пакета MOCODISS.

## Сравнительный анализ

Для подтверждения точности разработанных алгоритмов проводились [2], [3] многочисленные сравнения с известными в литературе точными и численными решениями, а также решениями сторонних программных пакетов, реализующих метод конечных элементов. В качестве примера рассмотрим известную задачу о собственных колебаниях консольного стержня [4], высота которого уменьшается по линейному закону, а ширина равна единице (рис. 2).

Стержень разбивается на десять равных частей длиной 0,1·$L$. Жесткость стержня на первом участке равна $EI_0 = 0{,}2995 \cdot Eb^3/3$, интенсивность массы – $m_0 = 0{,}4667 \cdot b\rho$, где $\rho = 7{,}8 \cdot 10^3$ кг/м$^3$ – плотность материала, $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па – модуль упругости. Величина скачков жесткости $\alpha_i$ (4) соответственно равна 1,29; 2,11; 3,14; 4,37; 5,80; 7,44; 9,30; 11,34; 13,66, а интенсивности массы $\beta_i = 0{,}333$, $i = \overline{1,9}$. Длина стержня $L$ = 15 м, высота $b$ = 0,25 м.

В табл. 1 приведены результаты расчетов для трех низших собственных частот $\nu_i$, соответствующих им значений $\tilde{\lambda}_i = \lambda_i \cdot L$ и точные значения коэффициентов $\tilde{\lambda}_i$, $i = \overline{1,3}$. В работе [4] приводятся точные значения коэффициентов $\varphi_i$ частоты $\nu_i$: $\varphi_1 = 2{,}48$; $\varphi_2 = 9{,}12$; $\varphi_3 = 21{,}3$. Величины $\varphi_i$ и $\tilde{\lambda}_i$ в данном случае связаны соотношением $\tilde{\lambda}_i = 2{,}62\sqrt{\varphi_i}$ [7]. Как видно из табл. 1, точные значения $\tilde{\lambda}_i$ и вычисленные по программе MOCODISS достаточно близки.

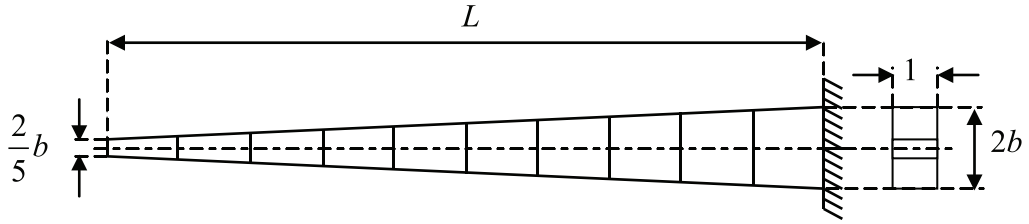



*Рис. 2. Консольный стержень*

**Таблица 1**

Собственные частоты $\nu_i$ (Гц) и соответствующие им числа $\tilde{\lambda}_i$ консольного стержня

| $i$ | MOCODISS | | Точное значение |
|---|---|---|---|
| | $\nu_i$ | $\tilde{\lambda}_i$ | $\tilde{\lambda}_i$ |
| 1 | 44,47506 | 4,134 | 4,134 |
| 2 | 162,83863 | 7,910 | 7,909 |
| 3 | 381,42888 | 12,107 | 12,105 |

### Вычислительные эксперименты

В следующих вычислительных экспериментах исследована зависимость низших частот колебаний трансмиссионного вала автомобиля от длины шлицевого соединения. Общая расчетная схема карданной передачи автомобиля может быть представлена на рис. 3.

Для определенности на рис. 3 приведены геометрические размеры переднего трансмиссионного вала автомобилей УАЗ-3741, УАЗ-3962, УАЗ-2206, УАЗ-3303. Шлицевое соединение вала изменяется в диапазоне от 0 до 54 мм. В расчетах предполагается, что каждая часть ступенчатого стержня однородна и выполнена из стали ($E = 2\cdot10^{11}$ Па, $\rho = 7{,}8\cdot10^3$ кг/м$^3$). Параметры стержневой системы приведены в табл. 2.

Результаты исследования зависимости собственных частот карданного вала от изменения в указанном диапазоне значений $\Delta x$ приведены на рис. 4.

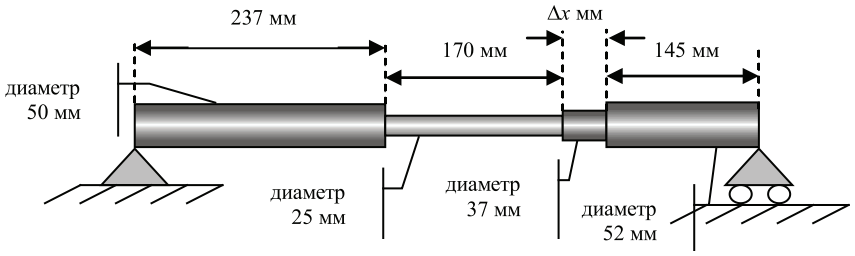



*Рис. 3. Общая расчетная схема карданной передачи автомобиля*

**Таблица 2**

Таблица параметров стержневой системы

MOCODISS: Табличный редактор: kardan.mcp

Дерево таблиц
- Подготовка данных
  - Константы
  - Стержневая система
  - Упругое основание
  - Массы
  - Краевые условия
- Результаты расчетов

**Наименование:** Таблица стержневой системы
**Код таблицы:** 1.2
**Массив:** BEAM[1..9,1..4]

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| № | Наименование | 1 | 2 | 3 | 4 | Описание |
| 1 | a[1..4] | 0,2370 | 0,4070 | 0,4556 | 0,6006 | Координаты скачков жесткости и интенсивности массы стержневой си |
| 2 | d[1..4] | 0,1185 | 0,3220 | 0,4313 | 0,5281 | Координаты точек крепления цепочек к стержню |
| 3 | Sheight[1..4] | 0 | 0 | 0 | 0 | Высота прямоугольного сечения |
| 4 | Swidth[1..4] | 0 | 0 | 0 | 0 | Ширина прямоугольного сечения |
| 5 | EI[1..4] | 61359,2315 | 3834,9520 | 18399,5326 | 71781,6222 | Распределенная изгибная жесткость стержневой системы |
| 6 | m[1..4] | 15,3153 | 3,8288 | 8,3866 | 16,5650 | Распределенная масса стержневой системы |
| 7 | Mvkl[1..4] | 0 | 0 | 0 | 0 | Жестко прикрепленные массы к стержневой системе |
| 8 | kM[1..3] | 1000000000 | 1000000000 | 1000000000 | 1000000000 | Угловая жесткость шарнира |
| 9 | kQ[1..3] | 1000000000 | 1000000000 | 1000000000 | 1000000000 | Поперечная жесткость шарнира |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |

B5 BEAM[5,1]=61359,2315 61359,2315

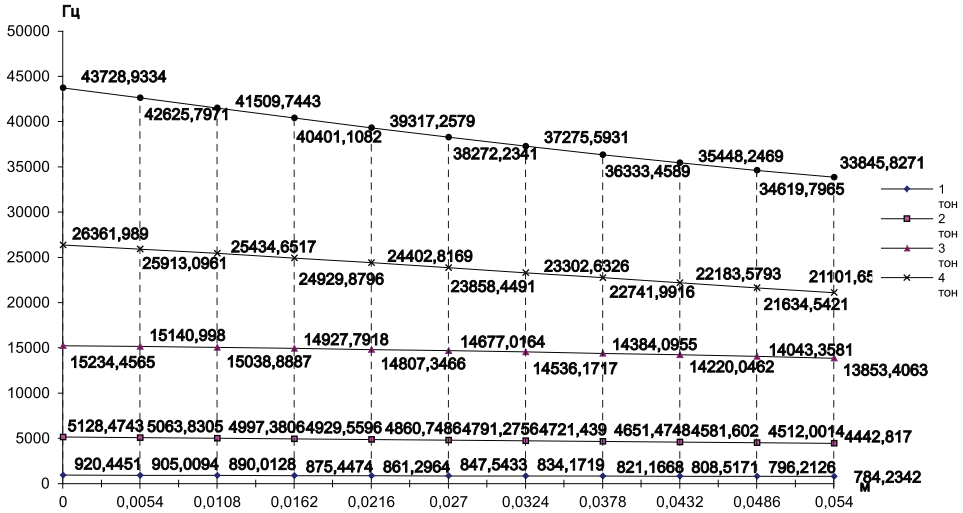



*Рис. 4. Зависимость пяти низших частот карданного вала от изменения Δx в диапазоне от 0 до 54 мм*

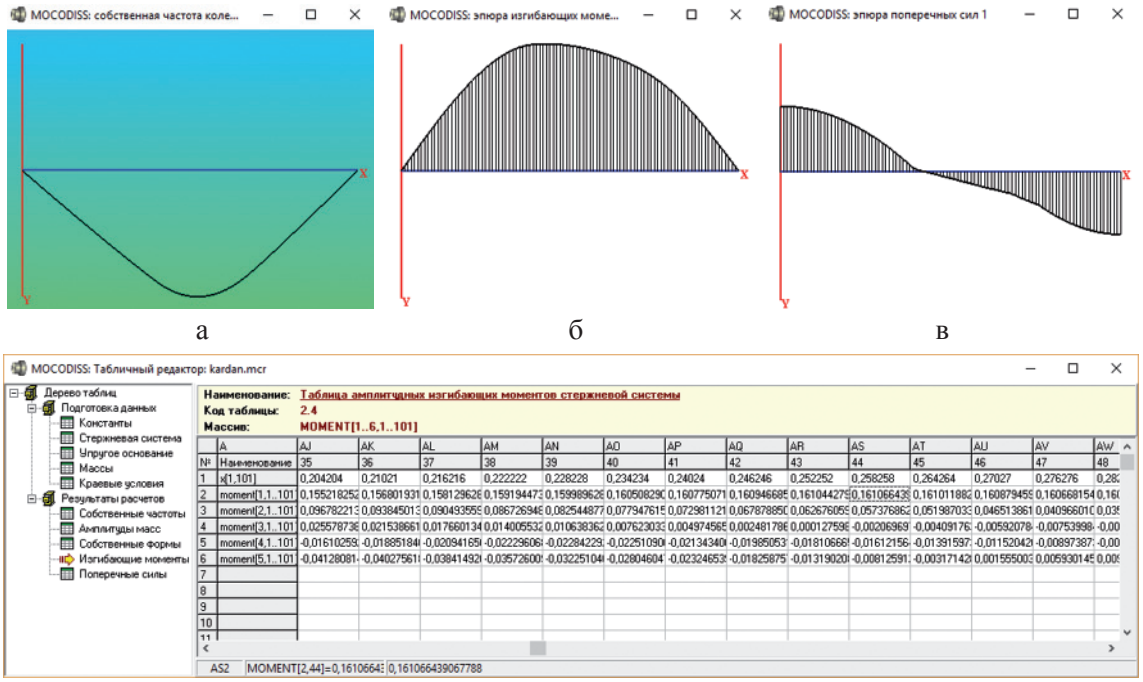



*Рис. 5. Модальные окна MOCODISS в режиме результатов расчета: а – первая форма колебаний (L = 0,6006 м, частота 796,21 Гц); б – эпюра изгибающих моментов; в – эпюра поперечных сил; г – таблица изгибающих моментов*

Как видно из рис. 4, удлинение карданного вала за счет подвижного шлицевого соединения приводит к уменьшению значений собственных частот. При этом значительно уменьшаются только высшие частоты. Диапазон изменения основной частоты поперечных колебаний вала при допустимых вариациях шлицевого зазора составил от 784,2 до 920,5 Гц.

С увеличением длины вала увеличиваются и максимальные смещения сечений. Результаты расчетов форм собственных колебаний и амплитудных усилий карданного вала, соответствующих длине – 0,6006 м, изображены на рис. 5.

Максимальные смещения первой формы колебаний достигаются на участке второй ступени с наименьшим диаметром поперечного сечения при $x = 312$ мм. Максимальное значение приведенного изгибающего момента равно 0,161 Н·м$^2$ при $x = 258$ мм.

## Заключение

Сравнение результатов расчета с известным точным решением доказывает высокую эффективность алгоритмов MOCODISS. Вычислительные эксперименты показали применимость основных расчетных схем программного пакета MOCODISS для задач динамики трансмиссионных валов с подвижным шлицевым соединением. Выявлен диапазон изменения низших частот, максимальных смещений и усилий при изменении длины шлицевого соединения трансмиссионного вала автомобилей УАЗ.

Разработанный программный пакет MOCODISS найдет свое применение в расчете аппаратов колонного типа, опор электропередач, участков трубопровода и др.

## Список литературы

1. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. – М.: Мир, 1972. – 319 с.

2. Архипов С.В. Программный пакет MOCODISS и его применение к расчету стержневых систем на упругом основании // Автомат. и телемех. – 2011. – № 7. – С. 29–38.

3. Архипов С.В. Обобщенные функции в задачах механики составных конструкций. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского госуниверситета. – 2007. – 160 с.

4. Бисплингхофф Р.Л., Эшли Х., Халфмен Р.Л. Аэроупругость. – М., 1958. – 801 с.

5. Жаркова Н.В., Никитин Л.В. Прикладные задачи динамики упругих стержней // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2006. – № 6. – С. 80–98.

6. Зайцев П.А., Баляков Д.Ф., Смирнов Н.А. Обзор шарнирных устройств в современной ракетно-космической технике // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – № 7. – С. 93–95.

7. Лазарян В.А., Конашенко С.И. Обобщенные функции в задачах механики. – Киев: Наук. думка, 1974. – 189 с.

8. Лысенко А.П. Сборная композитная упругая муфта с повышенным вибропоглощением // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – 2017. – № 1 (379). – С. 56–63.

9. Юсупов А.К. Методы прикладной математики в строительной механике: в 4 т. – Махачкала, 2008. – Т. 1. – 268 с.

УДК 665.7.038.3

# ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКТОРНОГО ОКТАНОМЕТРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИСАДОК НА ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА И ОТРАБОТКИ РЕЦЕПТУРЫ СМЕШЕНИЯ ТОВАРНОГО БЕНЗИНА

**Астапов В.Н., Сизова Н.А.**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: rector@samgtu.ru*

Настоящая статья посвящена разработке и исследованию характеристик октанометра «ОКА-1» и параметров реакции холоднопламенного окисления (РХПО) товарных бензинов в реакторе. В реакторе РХПО углеводородов бензина сопровождаются повышением давления и температуры. Измеряя эти параметры, при достижении их максимальных значений с момента ввода пробы, можно с достаточной степенью точности определить детонационную стойкость бензина. В статье приведены экспериментальные контрольные измерения октанового числа бензинов и показана погрешность измерения. Для исследования параметров РХПО с целью определения корреляционных связей между параметрами реакции холоднопламенного окисления и детонационной стойкости углеводородов, использована схема реакторного октанометра «ОКА-1». В качестве индикаторного компонента, содержащегося в продуктах РХПО, был выбран CO. Термохимический детектор реагирует на содержание CO в продуктах окисления, полученный от детектора сигнал регистрируется милливольтметром. Измеряя содержание газа CO в продуктах окисления, можно исследовать влияние различных присадок на детонационную стойкость товарных бензинов и использовать данный октанометр при разработке рецептур смешения товарных бензинов.

**Ключевые слова: реактор, реакция холоднопламенного окисления, октановое число, детонационная стойкость, горение, октаномер, рецептура смешения товарного бензина**

# OCTANE REACTOR APPLICATION FOR STUDY OF ADDITIVES INFLUENCE ON OCTANE NUMBER OF HYDROCARBON FUEL AND MIXTURE RECIPE PROCESSING OF COMMERCIAL GASOLINE

**Astapov V.N., Sizova N.A.**

*Samara State Technical University, Samara, e-mail: rector@samgtu.ru*

The present article is devoted to the development and investigation of the OKA-1 octanometer characteristics and the parameters of the cold-flame oxidation reaction (CFOR) of commercial gasolines in the reactor. In the reactor CFOR of gasoline hydrocarbons, accompanied by an increase in pressure and temperature. By measuring these parameters, when their maximum values are reached from the moment of sampling, it is possible to determine the detonation resistance of gasoline with sufficient accuracy. The article presents experimental control measurements of the gasoline octane ratings and shows the measurement error. In order to study the CFOR parameters for the purpose of determining the correlation between the parameters of the reaction of cold flame oxidation and the detonation resistance of hydrocarbons, the OKA-1 reactor octanometer scheme was used. As an indicator component contained in CFOR products, CO was selected. The thermochemical detector reacts to the CO content in the oxidation products, the signal received from the detector is recorded by a millivoltmeter. By measuring the CO gas content in oxidation products, it is possible to study the effect of various additives on the detonation resistance of commercial gasolines and to use this octanometer in recipes developing for commercial gasolines blending.

**Keywords: reactor, cold flame oxidation reaction, octane number, detonation resistance, combustion, octanometer, recipe for commercial gasoline blending**

## Реакторный октанометр на основе реакции холоднопламенного окисления бензинов «ОКА-1»

По результатам теоретических исследований [1] разработано устройство [3] для определения октанового числа товарного бензина (октанометр), основанное на реакции холоднопламенного окисления под воздействием температуры (280–350 °C) в реакторе. Устройство (рис. 1) содержит непосредственно реактор, со встроенным в стенки реактора нагревателем. Реактор имеет один впускной и один выхлопной клапаны. Через впускной клапан устройство для дозирования вводит анализируемый продукт в камеру реактора, через воздушный патрубок поступает в камеру воздух. Продукты окисления выбрасываются через выхлопной клапан. Работой и калибровкой октанометра управляет программируемый контроллер (МПК) на базе ОМ ЭВМ К1816ВЕ51. В состав контроллера входят: коммутатор, служащий для опроса датчика давления и датчика температуры, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), блок памяти программ и данных, устройство для дозирования анализируемого продукта, ЦАП и регулятор температуры реактора, блок индикации текущего октанового числа, таймер и последовательный интерфейс для связи со станцией смешения или персональным компьютером.

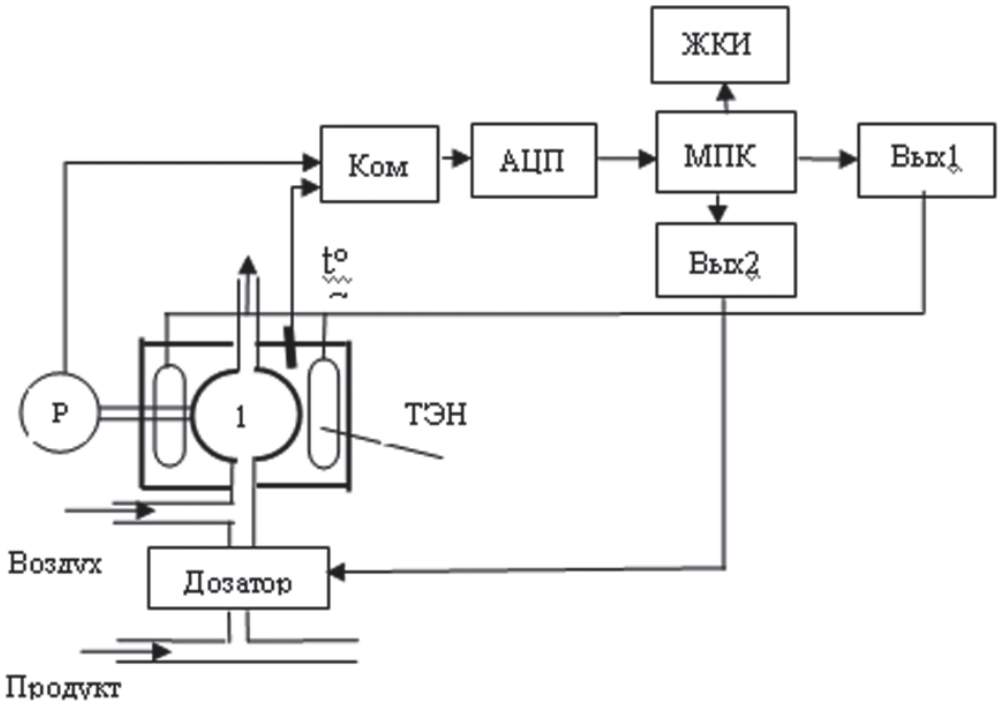



*Рис. 1. Функциональная схема октанометра «ОКА-1»*

Октанометр по существу является интеллектуальным датчиком октанового числа товарных бензинов, и его работа осуществляется следующим образом [2].

С помощью устройства для дозирования в интервале в 1 минуту в реактор вводится анализируемый продукт в объеме 1–1,2 мл, где он смешивается с воздухом в количестве 0,113–0,12 м$^3$, расход топлива и воздуха зависит от объема реактора.

Температура реактора регулируется с помощью регулятора температуры и контролируется термодатчиком. Заданная температура реактора устанавливается предварительной калибровкой топлив с известной октановой характеристикой.

Под воздействием температуры (290–350 °С) происходит реакция холоднопламенного окисления, в результате которой давление в реакторе является почти экспонентной зависимостью от октанового числа.

Давление в реакторе измеряется высокоточным быстродействующим датчиком давления, выходной аналоговый сигнал которого АЦП преобразует в цифровой код, который считывается ОМ ЭВМ. Процессор через коммутатор опрашивает термодатчик для уточнения температуры реактора и из памяти данных, где хранятся таблицы соответствия октановых чисел давлению и температуре, считывает измеренное октановое число и результат выдает на цифровой блок индикации и через интерфейс ИРПС на ПК станции смешения. Промежуточные значения октановых чисел определяются методом интерполяции.

Калибровка устройства проводится на эталонных топливах. Для этого готовят три первичных эталонных топлива, два из которых имеют крайние значения диапазона заданного октанового числа эталонного топлива, а третье имеет заданное октановое число равное топливу с заданной станции смешения. С помощью данных эталонных топлив определяется таблица соответствия октанового числа давлению и температуре реактора, данные которой заносятся в память данных. В малых диапазонах это будет пропорциональная зависимость.

Затем испытывается топливо с данной станции смешения, в этом случае температура реактора устанавливается регулятором температуры, такая чтобы след кривой испытываемого топлива совпал с данными эталонного топлива, записанного в память данных. В дальнейшем устройство должно работать при определенной таким образом температуре реактора.

Экспериментальные данные при калибровке (табл. 1) и технические характеристики «ОКА-1» на основе РХПО приведены ниже.

**Таблица 1**

Данные при калибровке «ОКА-1» на основе РХПО

| Эталон Изооктан-70 %, $t^{\circ}_{\text{реактора}} = 300$ °С | | Эталон Изооктан-72 %, $t^{\circ}_{\text{реактора}} = 300$ °С | | Эталон Изооктан-76 %, $t^{\circ}_{\text{реактора}} = 300$ °С | | Эталон Изооктан-78 %, $t^{\circ}_{\text{реактора}} = 300$ °С | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{\text{пр}}$, кг/см² | $P_{\text{р}}$, кг/см² | $P_{\text{пр}}$, кг/см² | $P_{\text{р}}$, кг/см² | $P_{\text{пр}}$, кг/см² | $P_{\text{р}}$, кг/см² | $P_{\text{пр}}$, кг/см² | $P_{\text{р}}$, кг/см² |
| 1,90 | 4,60 | 1,95 | 4,80 | 1,90 | 5,15 | 2,00 | 5,55 |
| 1,90 | 4,65 | 1,95 | 4,75 | 1,90 | 5,20 | 2,05 | 5,50 |
| 1,80 | 4,60 | 1,95 | 4,72 | 1,95 | 5,10 | 2,05 | 5,46 |
| 1,85 | 4,65 | 1,90 | 4,73 | 1,95 | 5,20 | 2,00 | 5,52 |
| 1,95 | 4,60 | 1,90 | 4,70 | 1,98 | 5,20 | 2,00 | 5,60 |
| 1,95 | 4,55 | 1,90 | 4,85 | 2,00 | 5,20 | 2,07 | 5,52 |
| **Среднее давление** | **4,605** | | **4,785** | | **5,175** | | **5,557** |

**Технические характеристики октанометра «ОКА-1»:**

| | |
|---|---|
| Напряжение питания нагревателя, $U$ | 220 В |
| Ток нагревателя, $I$: | 5 А |
| Мощность нагревателя, $P$: | 1,1 кВА |
| Минимальное давление воздуха, $P_{\text{в}}$: | 3,8 кг/см³ |
| Расход воздуха, $Q_{\text{в}}$: | 0,11–0,12 м³/мин. |
| Отбор пробы, $Q_{\text{пр}}$: | 1 мл/мин. |
| Из обводной линии с расходом, $Q_{\text{л}}$: | 100 мл/мин. |
| Время отклика октанометра, $T_{\text{отк}}$: | 1 мин. |

Погрешность определения октанового числа для данного метода зависит от погрешности измерения давления в реакторе. За величину измерения давления принимаем среднее значение из десяти опытов.

В отличие от диэлектрического для калибровки октанометра на основе РХПО используют первичные эталоны октанового числа. Таким образом, погрешность калибровочной модели зависит только от погрешности измерений параметров реакции холодного окисления эталонных топлив: температуры нагрева реактора и давления в реакторе.

С учетом погрешности калибровочной модели для суммарной погрешности получим

$$\Delta = \pm\sqrt{\Delta_p^2 + \Delta_M^2}. \qquad (1)$$

Если пренебречь погрешностью $\Delta_M$ калибровочной модели, то основная погрешность реакторного октанометра будет определяться только погрешностью измерения давления в реакторе $\Delta_p$. Погрешностью измерения температуры также пренебрегаем, так как при эксперименте было отмечено, что незначительные изменения температуры в реакторе своеобразно влияют на давление в реакторе в момент реакции.

Для повышения точности за величину измерения давления принимаем среднее значение из десяти опытов.

Погрешность косвенного измерения величины $Q_x$ зависит от погрешности всех прямо измеренных величин, входящих в уравнение связи

$$Q_x = Q_{P0} + \frac{(P_x - P_0)\cdot(Q_1 - Q_0)}{P_1 - P_0}, \qquad (2)$$

а также от погрешности вычислений. Погрешности вычисления в большинстве практических случаев можно устранить.

Проведем вычисления погрешности при конкретных значениях измерения октанового числа бензинов 70 и 78 о.ед.

В табл. 2 приведены экспериментальные контрольные измерения бензина с октановым числом 70 и 78 о.е. Данные калибровки на эталонных топливах «изооктан и n-гептан» в табл. 1.

**Таблица 2**

Контрольные измерения давления РХПО в реакторе

| Контрольный бензин с октановым числом 70 и 78 о.е. $T^{\circ}_{\text{реактора}} = 290$ °С | | | | | | | | | | | Среднее давление |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_{\text{р}}$, кг/см² | 4,65 | 4,50 | 4,55 | 4,60 | 4,70 | 4,65 | 4,65 | 4,60 | 4,58 | 4,65 | **4,613** |
| $P_{\text{р}}$, кг/см² | 5,53 | 5,50 | 5,49 | 5,51 | 5,59 | 5,51 | 5,54 | 5,67 | 5,56 | 5,59 | **5,549** |

Погрешность измерения, которая складывается из инструментальной и случайной погрешностей, определим по методике предложенной в [5, 6, 7].

Окончательный результат измерений представим в виде

$$Q_{70} = 70{,}08 \pm 0{,}17 \text{ о.ед.};$$

$$\delta_{70} = 0{,}25\,\%; \quad \alpha = 0{,}95;$$

$$Q_{78} = 77{,}96 \pm 0{,}039 \text{ о.ед.};$$

$$\delta_{78} = 0{,}05\,\%; \quad \alpha = 0{,}95,$$

где δ – относительная погрешность; α – заданная доверительная вероятность.

Данный метод измерения октанового числа товарных бензинов единственный из всех электрофизических методов может претендовать на замену метода на двигателе внутреннего сгорания. Так как работа октанометра для контроля октанового числа бензинов основана на измерении параметров реакции холоднопламенного окисления, калибруется на гостированных эталонных бензинах и имеет высокую точность измерения.

Определение октанового числа бензинов по одному и единственному параметру реакции холоднопламенного окисления (давлению) есть решение задачи в первом приближении. Однако экспериментальные данные показывают, что такое решение вполне обеспечивает измерение октанового числа с погрешностью менее половины октановой единицы, а именно от 0,17 до 0,04 о.ед. Стандарты России требуют измерения октанового числа с погрешностью до половины октановой единицы.

Измеряя температуру реакции холоднопламенного окисления топлива в реакторе и содержание газа CO в продуктах окисления, можно исследовать влияние различных присадок на детонационную стойкость товарных бензинов и использовать данный октанометр при разработке рецептур смешивания товарных бензинов.

**Влияние присадок на октановое число углеводородного топлива**

Основным конструктивным элементом приборов для исследования реакций холоднопламенного окисления (РХПО) является реактор, в котором поддерживается температура на уровне 280–350 °C. Наличие связи характеристик РХПО с детонационной стойкостью бензина показано в [1].

Пробы испытуемого бензина вводят в реактор с помощью дозирующего устройства. В реакторе в присутствии кислорода проходят РХПО углеводородов бензина, которые сопровождаются повышением давления и температуры. Измеряя эти параметры или время достижения их максимальных значений с момента ввода пробы, можно с достаточной степенью точности определить детонационную стойкость бензина. Также установлена связь между величиной октанового числа бензинов и количеством кислорода, расходуемого на РХПО углеводородов [8].

Давление, возникающее в нагретом реакторе, при возникновении РХПО пропорционально октановому числу бензина [3].

Для исследования параметров РХПО с целью определения корреляционных связей между параметрами реакции холоднопламенного окисления и детонационной стойкости углеводородов, используя схему реакторного октаномера «ОКА-1» по патенту [3], создали установку (рис. 2).

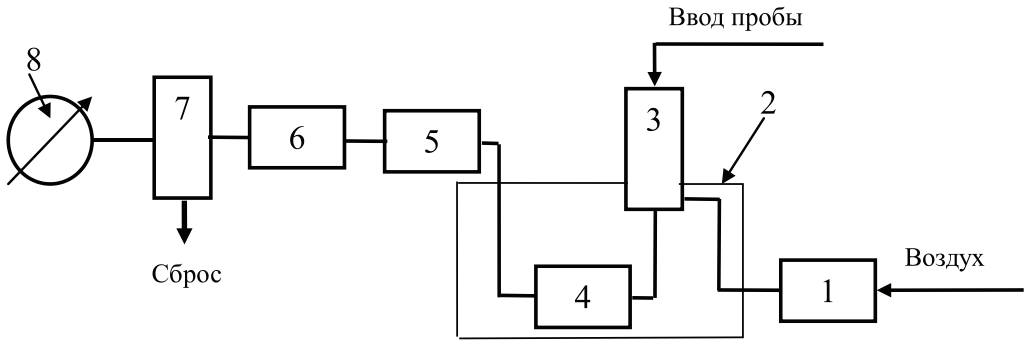



*Рис. 2. Блок-схема прибора:*
*1 – фильтр; 2 – термостат; 3 – инжектор; 4 – реактор; 5 – фильтр; 6 – хроматографическая колонка для разделения продуктов окисления; 7 – детектор; 8 – милливольтметр*

В ней газ-носитель (воздух), очищенный от следов влаги в фильтре 1, через термостат 2 поступает в инжектор 3. Расход газа носителя составляет 12 мл/мин. Испытуемый образец бензина с помощью микрошприца (объем пробы 1 мкл) вводится через инжектор в поток газа-носителя, который переносит пробу в реактор 4. Реактор представляет собой трубку из нержавеющей стали диаметром 14 мм, длиною 60 мм. В реакторе при температуре 350 °С проходят РХПО углеводородов. Продукты окисления поступают последовательно в фильтр-поглотитель 5, хроматографическую колонку 6 и далее в детектор 7. В фильтре-поглотителе поглощаются $CO_2$ и различные углеводороды, являющиеся продуктами неполного окисления компонентов бензина. В качестве индикаторного компонента, содержащегося в продуктах РХПО, был выбран СО. Термохимический детектор реагирует на содержание СО в продуктах окисления, полученный от детектора сигнал регистрируется милливольтметром. Выбранные расход газа-носителя и температура реактора обеспечивают невзрывной характер окисления углеводородов и максимальное значение величины-отклика, детектора. Для идентификации СО применяли поверочные газовые смеси в баллонах [4].

Для исследований путем смешивания изооктана и н-гептана были приготовлены эталонные топлива с октановыми числами в диапазоне 70–100 ед. [1]. Изменение величины отклика детектора на содержание СО в зависимости от октанового числа эталонных топлив представлено на рис. 3.

Из рисунка видно, что между детонационной стойкостью эталонных топлив и величиной отклика детектора существует линейная зависимость ($r = 0{,}992$). Причем продукты окисления изооктана (октановое число изооктана равно 100 ед.) характеризуются минимальным содержанием окиси углерода.

Данные эксперимента подтверждают тот факт, что чем больше скорость образования перекисей в данной топливно-воздушной смеси, тем скорее будет достигнута предельная концентрация и возникнет взрывное сгорание, тем раньше нормальное распространение пламени перейдет в детонационное. Склонность к окислению углеводородов различного строения неодинакова, поэтому самым важным фактором, влияющим на возникновение и интенсивность детонации, является химический состав топлива: чем больше в топливе углеводородов, образующих в условиях холоднопламенного окисления значительное количество перекисей, тем быстрее смесь насытится активными частицами, тем скорее появится детонация. Было установлено, что чем интенсивнее идет процесс предпламенного окисления, тем ниже детонационная стойкость испытуемого бензина.

Метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ) широко применяется для повышения октанового числа товарных бензинов и улучшения их экологических характеристик. Выполненные исследования показали, что между содержанием МТБЭ в бензине и СО в продуктах РХПО этого бензина также наблюдается линейная зависимость (рис. 4).

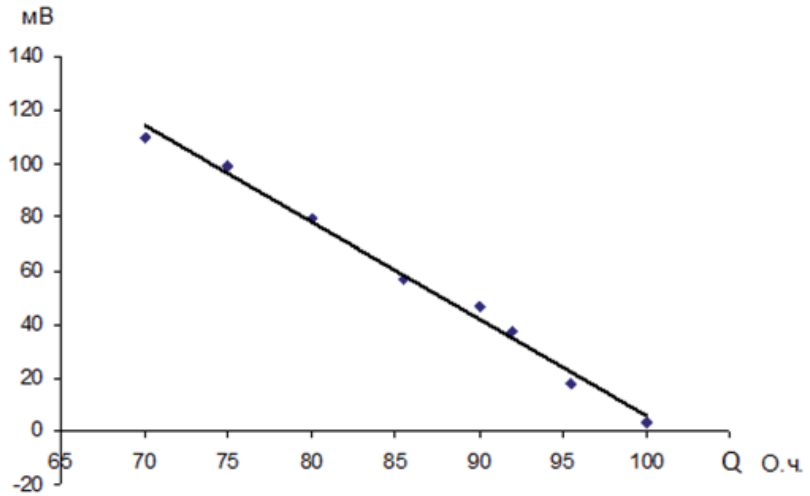



*Рис. 3. Связь величины отклика детектора с октановым числом эталонных топлив*

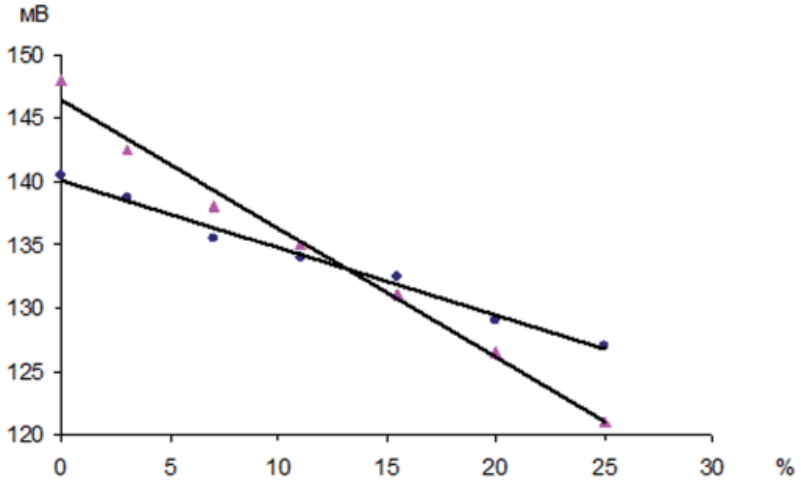



*Рис. 4. Зависимость величины отклика детектора СО от содержания МТБЭ в бензине:*
*● – риформат; ▷ – гидрогенизат*

Зависимости на рис. 5 показывают, что между содержанием МТБЭ в различных бензинах и СО в продуктах РХПО этих бензинов наблюдается также различная линейная зависимость. То есть увеличение содержания МТБЭ в различных бензинах также линейно повышает октановое число данного бензина, но в различных пропорциях. Данный факт подтверждает наличие корреляционных связей между параметрами РХПО и детонационной стойкостью углеводородов.

Проведенные исследования позволяют использовать реакторный октанометр, при наличии хроматографической колонки, для изучения влияния различных присадок на октановое число углеводородного топлива и, в конечном результате использовать в информационно-измерительной системе (ИИС) для отработки рецептуры смешения товарного бензина.

**Список литературы**

1. Астапов В.Н. Математическая модель оценки детонационной стойкости бензинов по реакции холоднопламенного окисления бензинов в реакторе // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11–6. – С. 1077–1081.

2. Астапов В.Н. Методологические и схемотехнические решения в системах контроля и управления на нефтеперерабатывающем заводе. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2006. – 286 с.

3. Астапов В.Н. Устройство для определения октанового числа бензинов // Патент № 1714476 СССР. – Бюл. № 7, 1992.

4. Берлизов Ю.С., Гончар А.В. и др. Связь детонационной стойкости углеводородов с составом продуктов их окисления // Вопросы химии и химической технологии. – Киев, 2003. – № 3. – С. 145–147.

5. Брянский Л.Н., Дойников А.С. Краткий справочник метролога. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 79 с.

6. Емельянов В.А. и др. Методы обработки результатов измерений в лаборатории физпрактикума. – Минск.: Бестпринт, 1997. – 90 с.

7. Тойберт П. Оценка точности результатов измерений. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.

8. Analytical Chem. –1989. – Vol . 61, № 4. – P. 313–320.

УДК 629.12

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ СУДОВОГО ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ

**Васильев С.А., Зеленов С.Н., Ребрушкин М.Н.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: nntu@nntu.ru*

Настоящая статья посвящена вопросу применения комплексной теории переходных процессов для анализа и выбора оптимальных, экономически и технически выгодных режимов работы главных двигателей судов внутреннего плавания в зависимости от постоянно изменяющихся сложных путевых, гидрометеорологических и экономических условий эксплуатации. Данная практическая задача решается на основе анализа современных методов судовождения и базируется на теории работы судового пропульсивного комплекса (ПК) «корпус – движитель – двигатель – средства управления». Комплексная теория позволяет достоверно оценить работу всех перечисленных элементов в их взаимосвязях, учитывать внешние путевые и гидрометеорологические условия, в нее легко могут быть введены планируемые и фактические технико-экономические показатели и условия конкретного рейса. Данная теоретическая модель эксплуатации судна позволяет в любой момент времени поменять исходные и назначить наиболее целесообразные режимы работы судового движительно-рулевого комплекса (ДРК). Следует также отметить, что теория переходных процессов судового ПК может быть применена для выбора наиболее эффективного ДРК судна ещё на этапе его проектирования.

**Ключевые слова: судовой пропульсивный комплекс, главные двигатели, режимы работы, теория переходных процессов, система управления, измерение, контроль и учет расхода топлива**

# APPLICATION OF THEORY OF TRANSIENT PROCESSES FOR THE ANALYSIS OF THE WORK OF SHIP PROPULSIVE COMPLEX DURING THE MOTION ALONG THE INLAND WATERWAYS

**Vasilev S.A., Zelenov S.N., Rebrushkin M.N.**

*Nizhni-Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhni Novgorod, e-mail: nntu@nntu.ru*

Present article is dedicated to a question of the application of complex theory of transient processes for analysis and selection of the optimum, economically and technically advantageous regimes of the work of the main engines of the vessels of inland navigation depending on the constantly changing complex travelling, hydrometeorological and economic operating conditions. This practical problem is solved on the basis of the analysis of the contemporary methods of pilotage and is based on the theory of the work of ship propulsive complex (PC) “ship’s hull – propeller – the engine – of means of control”. Complex theory makes it possible to reliably estimate the work of all enumerated elements in their interrelations, to consider external travelling and hydrometeorological conditions, the planned and actual technical and economic indices and the conditions of concrete voyage easily can be introduced into it. This theoretical model of the operation of vessel makes it possible at any moment of time to change initial and to appoint the most expedient modes of operation of ships propeller- steering complex (PSC). It should also be noted that the theory of the transient processes of ship PC can be used for the selection of most effective PSC of vessel still in the stage of its design.

**Keywords: ship propulsive complex, main engines, the operating modes, the theory of transient processes, control system, measurement, control and the calculation of the fuel consumption**

Движение судна по акватории внутренних водных путей связано с постоянным удерживанием судна на судовом ходу, т.е. выполнением различных маневров. Действительно, даже на прямом курсе судоводителю необходимо учитывать силу и направление ветра, переменные глубины фарватера, условия расхождения со встречными и попутными судами. Наличие ветра всегда вызывает появление ветрового дрейфа, что требует выбора направления движения судна с некоторым углом к направлению дрейфа для компенсации ветрового сноса. Соответственно, движение судна по криволинейным траекториям связано с выполнением частичных циркуляций разного направления и кривизны траектории.

## Материалы и методы исследования

На практике управление судном обеспечивается судовым комплексом «двигатели – движители – средства управления (рули или поворотные насадки)». Поскольку путевые и гидрометеорологические условия на внутренних водных путях постоянно изменяются, то, соответственно, требуется и изменение режимов работы движительно-рулевого комплекса ДРК, который в любой момент времени должен обеспечивать необходимые углы дрейфа и радиусы циркуляций, поддерживающие положение судна на судовом ходу.

При эксплуатации необходимо учитывать также и особенности совершаемых рейсов, к которым относят: различную загрузку, свойства груза и срочность

его доставки, разнообразные ветроволновые условия по пути следования, особенности фарватера (наличие глубоководных и мелководных участков, извилистость речного русла) и т.д.

Рассматривая любую из перечисленных особенностей рейса, необходимо отметить, что все они при любом сочетании также сильно сказываются на технико-экономических показателях работы судна в каждом конкретном рейсе.

Задачи выбора рациональных режимов работы судна и его ДРК в настоящее время возлагаются непосредственно на судоводителей, которые действуют только на основе своего уровня подготовки, накопленного практического опыта, оценки внешних воздействий, учета ходовых качеств конкретного судна, особенностей работы его энергетической установки и многих других обстоятельств. Естественно, что такое «ручное управление» не может быть всегда оптимальным, поэтому при эксплуатации часто допускаются разнообразные ошибки вплоть до возникновения аварийных ситуаций, особенно в сложных погодных условиях и большой загрузке судового хода. Вместе с тем в настоящее время имеется теоретическое обоснование и уже созданы технические устройства, способные автоматически надежно и экономически целесообразно выбирать режимы работы судового ДРК каждого конкретного судна в реальных условиях эксплуатации.

Среди различных теоретических подходов, прежде всего, следует отметить комплексную теорию переходных процессов судового комплекса «корпус судна – главные двигатели – судовые движители – средства управления» – пропульсивного комплекса (ПК), позволяющую наиболее полно описывать работу конкретного судна в действующих условиях его эксплуатации в данном рейсе [1]. В этой теории достоверно оценивается работа всех перечисленных элементов в их взаимосвязях, учитываются внешние путевые и гидрометеорологические условия, в нее могут быть введены планируемые технико-экономические показатели конкретного рейса. Данная теоретическая модель позволяет в любой момент времени поменять исходные и назначить наиболее целесообразные режимы работы судового ДРК при действующих внешних условиях.

Следует также отметить, что теория переходных процессов судового ПК может быть эффективно применена для выбора наиболее эффективного ДРК судна ещё на этапе его проектирования. Так, одной из основных задач проектирования судна является обоснованный выбор типа ДРК и его основных характеристик при движении на прямом курсе. В основе ее решения лежит совместное удовлетворение требований ходкости и норм управляемости.

Признанным критерием эффективности судового ПК с точки зрения ходкости судна является его пропульсивный КПД [1], значение которого зависит от многих факторов, а именно:

1) от технического совершенства энергетической установки судна и валопровода, характеризуемых величинами механического КПД двигателя, КПД валопровода, редуктора, гидро- или электропередачи;

2) от характеристик взаимодействия гребного винта и корпуса судна с учетом неравномерности работы винта, коэффициента влияния корпуса судна;

3) от КПД судового движителя.

Первые две группы факторов зависят от правильного выбора типа энергетической установки и элементов передачи энергии от двигателя на гребной винт, а также от продуманного проектирования формы кормовой оконечности корпуса судна, выступающих частей и правильного размещения ДРК относительно корпуса судна с учетом их взаимодействия. Решающее значение в оценке эффективности судового ДРК принадлежит КПД движителя, который, в свою очередь, существенно зависит от степени его нагруженности, характеризуемой коэффициентом нагрузки движителя по упору [2].

## Результаты исследования и их обсуждение

Обработка методами теории переходных процессов существующих диаграмм для расчета открытых гребных винтов и винтов в насадках позволила наметить возможные пределы изменения КПД движителя для реальных сочетаний характеристик различных движителей [1]. Установлено, что в диапазоне изменения коэффициента нагрузки движителя по упору от 0 до 0,7 КПД открытого винта больше КПД комплекса «винт – насадка», от 0,7 до 2,0 они соизмеримы, а при значениях больше 2,0 КПД открытого винта всегда меньше КПД комплекса «винт – насадка».

Таким образом, вопрос о выборе наиболее эффективного ДРК для каждого конкретного проекта сводится к расчету коэффициента нагрузки по упору и выбору соответствующего типа ДРК по имеющейся диаграмме эффективности.

Известно, что в большинстве случаев определение мощности энергетической установки водоизмещающих судов внутреннего плавания проводится с тех же позиций, что и для морских судов, т.е. из условия минимального волнового сопротивления и достижения расчетной скорости в условиях глубокой воды. Однако условия движения судна по внутренним водным путям характеризуются прохождением в подавляющем большинстве мелководных участков, где особенности возникновения сопротивления движению судна существенно отличаются от условий глубокой воды. Понятно, что и назначение номинальных ходовых скоростей также должно производиться с учетом этих условий. На практике это требование не выполняется и поэтому в настоящее время большинство грузовых судов внутреннего плавания в целях повышения экономической эффективности эксплуатируются со скоростями движения меньшими, чем номинальные.

Комплексная теория переходных процессов дает возможность определения целесообразных усредненных скоростей движения судов в реальных рейсах, причем при различной их загрузке. По полученным расчетным методикам определение этих скоростей может быть проведено не только в технических службах судовладельца, но и силами плавсостава каждого конкретного судна непосредственно перед рейсом.

Рассмотрение частных случаев движения судна приводит к выводу, что в реальных случаях движения практически постоянно должно происходить изменение частоты вращения главных двигателей. Для поддержания частоты вращения главных двигателей используются всережимные и предельные регуляторы. Однако, имея целью лишь поддержание заданной частоты вращения двигателей и уменьшение пульсаций упора винта, наличие регуляторов ещё не обеспечивает экономичной работы энергетической установки и судна в целом. Одновременно становится понятным, что заданный режим движения судна обеспечивается не только работой движителей. В этом непосредственно участвуют все средства управления движением судна, от их работы также изменяется баланс сил, действующих на корпус, и, следовательно, режим работы двигателей. Таким образом, для обеспечения рациональных режимов работы двигателей необходимо изучение всего судового ПК на основе теории переходных процессов. По результатам такого исследования можно в любой момент времени назначить обоснованно целесообразный режим работы ДРК конкретного судна, появляется возможность разработки алгоритма нахождения рационального режима работы данного судового комплекса в конкретных условиях.

Естественно, что при управлении судном в рейсе судоводитель не имеет возможности постоянного вычисления и установки заданных режимов, поэтому существует реальная необходимость автоматизировать проведение вычислений и задания расчетных режимов работы ПК автоматизированным устройством – судовым управляющим комплексом. Такой комплекс должен полностью учитывать в течение рейса как постоянные (вид груза, загрузку и посадку судна, экономические показатели и т.п.), так и переменные (глубина и извилистость фарватера, течение, скорость и направление ветра и т.д.) параметры работы судна и поддерживать их при условии достижения наибольшей экономической эффективности и безопасности эксплуатации судна.

Таким требованиям отвечают существующий судовой электронный управляющий комплекс (СЭУК) и в особенности модернизированный судовой электронный управляющий комплекс (СЭУК-М) [5]. Они разработаны для определения таких режимов работы главных двигателей реального судна, при которых прибыль за рейс является максимальной при минимизации эксплуатационных затрат, особенно в отношении расхода топлива главными двигателями при постоянно изменяющихся условиях реального рейса. Основной особенностью этих комплексов является то, что их работа не ограничивается только определением подобных режимов, но также одновременно происходит текущее автоматическое управление главными двигателями судна с целью постоянного поддержания расчетных рациональных режимов.

Первоначально разработанный СЭУК состоит из двух основных блоков: – вычислительного комплекса (ВК) и электронного регулятора оптимальных режимов работы главных двигателей (ЭРД). Ядром ВК является установленный на судне персональный компьютер, для которого на основе комплексной теории переходных процессов судового комплекса специально разработано оригинальное программное обеспечение. ЭРД создан на электронно-механическом принципе [3, 5]. В него включены электронный блок регулирования, датчики положения элементов управления главными двигателями, а также исполнительные механизмы, подключенные к штатной судовой системе дистанционного управления главными двигателями.

ЭРД перед рейсом настраивается по параметрам, рассчитанным вычислительным комплексом и далее работает автономно, постоянно и автоматически учитывая изменение условий движения судна в реальном рейсе [3]. Вместе с тем при необходимости, например возникновении резерва времени в ожидании шлюзования или подхода к причалам, возможна простая корректировка режимов работы по поправкам, рассчитанным ВК.

Принципиальные решения, положенные в основу работы СЭУК, а также элементы его конструкции прошли проверку и надлежащую доработку на опытном образце в процессе проведения его натурных испытаний, проведенных на грузовых судах в условиях реальных рейсов в течение

нескольких навигаций [3]. Доработанный вариант СЭУК был внедрен на малой серии грузовых судов типа «Волго-Дон» (5 единиц) с целью проведения пробной эксплуатации в течение реальных навигаций [4]. Пробная эксплуатация и проведенные сравнительные натурные испытания показали достаточные простоту использования и надежность работы СЭУК, а также весьма высокую экономическую эффективность их применения. Показательно, что на сложных участках пути экономия топлива превышала 23 %, а средние ориентировочные показатели экономии ГСМ за навигацию оказались не менее 8 % [4].

Был отмечен большой интерес судоводителей-практиков к устройству и применению СЭУК, получены хорошие отзывы об их работе. Однако они еще не в полной мере освоились с проведением вычислений на ЭВМ. Однако при эксплуатации малой серии не был налажен постоянный контроль правильности использования СЭУК. Поэтому хотя и имеются положительные результаты по итогам навигации, но они несколько меньше ожидаемых расчетных величин.

Анализ опыта, полученного при пробной эксплуатации СЭУК на теплоходах типа «Волго-Дон» [4], показал, что заниженные показатели эффективности применения СЭУК в основном объясняются тем, что его работа оказалась почти не защищенной от влияния человеческого фактора.

Во-первых, конструктивной особенностью СЭУК является разделение работы вычислительного комплекса (ВК) и электронного регулятора движения (ЭРД). При этом настройка электронного регулятора осуществляется непосредственно судоводителем вручную. Естественно, качество настройки зависит непосредственно от квалификации и личной ответственности настраивающего. Выявлены случаи настройки ЭРД не по параметрам, рассчитанным ВК, а по собственным соображениям капитана, что приводило к работе СЭУК на режимах, далеких от оптимальных.

Во-вторых, в конструкции СЭУК не заложен постоянный контроль правильности его применения. Поэтому те судоводители, которые не осознают заинтересованности в экономии эксплуатационных расходов, в частности экономии топлива, зачастую работают на нерациональных режимах или же вообще отключают СЭУК по субъективным соображениям.

В-третьих, работа ЭРД связана с постоянной оценкой расхода топлива каждым из главных двигателей. Вместе с тем эта информация содержится в структурной схеме в неявном виде, хотя сведения о мгновенном и суммарном расходе топлива в доступном виде весьма полезны для качественной работы судоводителя и, естественно, для судовладельца.

Дополнительно существенным недостатком СЭУК явилось то, что программа, заложенная в него, предназначена только для грузовых теплоходов типа «Волго-Дон». Она построена по «жесткому» принципу и не может быть без существенных переделок использована на теплоходах с иными пропульсивными комплексами.

Таким образом, пробная эксплуатация СЭУК в реальных навигационных условиях показала необходимость развития его принципиальной структуры и конструктивных решений в направлении:

– осуществление настройки СЭУК на расчетные параметры непосредственно при автоматизированном использовании возможностей вычислительного комплекса;

– реализация постоянной фиксации времени и режимов работы СЭУК с автоматической записью в запоминающем устройстве (ведение электронного журнала работы СЭУК);

– представление информации о мгновенном и суммарном расходе топлива главными двигателями в явном виде на экране персонального компьютера с автоматической регистраций в электронном журнале;

Внедрение обновленных принципов построения программного обеспечения ВК, позволяющих использовать его для разных судов с различными пропульсивными комплексами.

Эти обстоятельства были учтены в последующей работе, в результате которой был создан новый, более совершенный вариант судового электронного управляющего комплекса – СЭУК-М (СЭУК модернизированный) [5].

Основной его особенностью явилось объединение в единое взаимосвязанное целое ВК и ЭРД. Вторая существенная особенность – разработка обновленного программного обеспечения, более полно использующего возможности теории переходных процессов судового пропульсивного комплекса. В СЭУК-М в его память перед рейсом вводятся только постоянные данные будущего рейса, а изменяющиеся условия учитываются постоянно работающим в течение движения судна в рейсе вычислительным комплексом. Изменение

режимов работы системы «двигатель – движитель», а также сопровождающие параметры постоянно отражаются на экране дисплея. Вместе с тем реализован диалоговый режим взаимодействия судоводителя с программным обеспечением СЭУК-М, позволяющий в любой момент времени получить информацию о работе комплекса и вводить необходимые корректировки.

Следует заметить, что одновременно помимо выполнения основных задач СЭУК-М позволяет осуществить и другие дополнительные, сервисные возможности. Дополняя программное обеспечение соответствующими программами, можно выполнять расчеты погрузки и разгрузки судна, определения и обеспечения режимов движения при заданном времени подхода к шлюзам и портам, автоматизированный учет расхода топлива, проведение бухгалтерского учета, затраты на «колпит» и многое другое.

## Заключение

Таким образом, выполненная работа показала, что теория переходных процессов судового ПК обладает реальными возможностями успешного применения ее как при проектировании и выборе наиболее эффективного ДРК каждого конкретного проекта и модернизации существующих, так и при разрешении сложных эксплуатационных задач и даже создания автоматизированных судовых электронных управляющих комплексов.

Естественно, что теория переходных процессов судового пропульсивного комплекса, помимо описанных выше примеров, может быть с успехом применена и для решения других, зачастую весьма своеобразных задач, таких как расчеты рациональных приемов проведения привально-отвальных операций в разнообразных гидрометеорологических условиях, безопасное маневрирование при прохождении участков акваторий со сложными путевыми обстоятельствами и т.п.

## Список литературы

1. Васильев А.В. Управляемость судов. – Л.: Судостроение, 1989. – 328 с.

2. Брук М.А., Рихтер А.А. Режимы работы судовых дизелей. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 484 с.

3. Васильев А.В. Фундаментальные исследования эффективности судового электронного управляющего комплекса. В 3 т. Т. 1 / А.В. Васильев, Г.И. Беззубов, А.Б. Ваганов и др. – Н. Новгород: НГТУ, 1994. – 94 с.

4. Васильев А.В. Фундаментальные исследования эффективности судового электронного управляющего комплекса. В 3 т. Т. 3 / А.В. Васильев, Г.И. Беззубов, А.Б. Ваганов и др. – Н. Новгород: Тр. НГТУ, 1995. – 107 с.

5. Васильев С.А., Зеленов С.Н., Ребрушкин М.Н. Автоматизированный комплекс оптимизации работы судовых дизелей // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2013. – № 1. – С. 95–102.

УДК 004.654

# ОБНАРУЖЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ДАННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ

**Гриняк В.М., Сапунов В.А., Гусев Е.Г.**

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, e-mail: auscol@mail.ru*

Статья посвящена задаче сбора данных о движении воздушных объектов в зонах ответственности систем управления воздушным движением. Разработка технологий обеспечения безопасности воздушного движения, построения и верификации моделей управления коллективным воздушным движением и моделей управления безопасностью полетов, как правило, связана с постановкой вычислительных экспериментов на реальных данных о движении воздушных судов. Это требует предварительного сбора таких данных. В работе показан практически реализованный способ сбора необходимых данных с различных открытых интернет-ресурсов. При этом собираемые данные нередко содержат в себе некорректную информацию, что требует их предварительной обработки, идентификации и удаления некорректных записей. Для решения этой задачи разработан подход, связанный с разбиением траектории движения на отдельные участки полёта, идентификации их кластерами в фазовом пространстве данных о движении и поиском аномалий. В статье продемонстрирован результат работы созданных алгоритмов на примере конкретных данных о траектории движения воздушного судна, сделан вывод об эффективности и практической пригодности разработанного подхода.

**Ключевые слова: управление воздушным движением, моделирование движения, системы управления безопасностью полетов, траектория воздушного судна, обработка данных, кластеризация**

# DETECTION OF STATISTICAL ANOMALIES IN DATA OF ADS-B SYSTEMS

**Grinyak V.M., Sapunov V.A., Gusev E.G.**

*Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, e-mail: auscol@mail.ru*

Current paper is devoted to the problem of collecting data on the movement of air targets in the areas of responsibility of air traffic control systems. Development of technologies for ensuring air traffic safety, building and verification of collective air traffic control models and safety management models is usually associated with the establishment of computational experiments on real data on the movement of aircraft. This requires preliminary collection of such data. The paper shows a practically realized way of collecting necessary data from various open Internet resources. In this case, the collected data often contains incorrect information, which requires their preliminary processing, identification and removal of incorrect records. To solve this problem, the approach associated with splitting the trajectory of motion into individual sections of the flight, identifying them with clusters in the phase space of motion data, and searching for anomalies turned out to be productive. The paper demonstrates the result of the work of the created algorithms on the example of concrete data on the trajectory of the aircraft's motion, a conclusion is made about the effectiveness and practical suitability of the developed approach.

**Keywords: air traffic control, motion modeling, flight safety control systems, airplane trace, data processing, clustering**

Постоянное повышение уровня безопасности полетов лежит в основе развития воздушного транспорта. Вопрос безопасности является важнейшей составляющей систем организации воздушного движения [1, 2, 5].

Первичные данные о движении воздушных судов традиционно предоставляются наземными радарными системами; как правило, такие системы позволяют с достаточной точностью определить координаты и скорость движения воздушного судна, однако дистанция их действия ограничена. Системы автоматического зависимого наблюдения в режиме радиовещания (ADS-B) [8, 11–13] и система мультилатерации (MLAT) представляют собой альтернативные системы наблюдения за воздушным трафиком. Их привлекательность обусловлена в том числе сравнительно низкими затратами на установку и обслуживание оборудования. Ожидается, что системы ADS-B и MLAT будут все шире использоваться в тех районах, где использование радарных систем экономически нецелесообразно.

Организация воздушного движения связана с решением целого ряда специфических навигационных задач, в том числе – с целью предотвращения опасных ситуаций (чрезмерное сближение, уход с эшелона и т.д.). Эти навигационные задачи описываются математическими моделями и алгоритмами, требующими верификации на предмет их пригодности для использования в реальных системах управления движением воздушных судов. Подготовка данных для экспериментов, связанных такой верификацией, предполагает формирование модельных траекторий движения воздушного судна, максимально приближенных к реальным. Один из путей, позволяющих получить доступ к таким данным, – использование открытых интернет-источников данных о движении воздушных судов, которые, в свою очередь, используют системы

автоматического зависимого наблюдения за движением воздушных судов. Уже сейчас в широком доступе в глобальной сети Интернет доступен целый ряд сервисов, предоставляющих данные как морского, так и воздушного трафика [3], например flightradar24.com, marinetraffic.com и др.

Некоторые вопросы исследования массивов данных о движении морских и воздушных судов уже рассматривались авторами ранее [3, 4, 6, 7]. Так, были предложены разные модели обработки и хранения данных о движении, изучались вопросы структуры и частоты обновления данных о движении морских и воздушных судов, предоставляемых системами с открытым доступом, анализировались возможности по интерполяции данных для решения различных прикладных задач обеспечения безопасности движения.

Настоящая статья посвящена задаче детектирования аномалий (выбросов) в данных о движении воздушных судов посредством применения статистических методов Data Maining. Работа ориентирована на расширение функций существующих систем управления воздушным движением.

### Сбор, структура и характеристики данных о движении воздушных судов

Упомянутые интернет-сервисы имеют API-интерфейс, позволяющий обрабатывать данные протокола HTTP. В систему подаётся GET запрос в соответствующем API формате поставщика данных и принимается ответ в формате JSON. Получаемые таким образом данные представляют собой запись следующего вида:

{…
«90103962»:»co1»:»KAL»,»co2»:»KE»,»dst1»:»RJGG»,»dst2»:»NGO»,»fal»:34500,»far»:»HL7783»,»farnd»:»,»fat»:»B77W»,»fch»:1479465000637,»fgs»:450,»fhd»:28,»fid»:90103962,»fn1»:»KAL751»,»fn2»:»KE751»,»falm»:0,»fgskmh»:17.594,»fgsnah»:8.255272,»fsr»:»ADSB»,»fvr»:»»,»lat»:37.460003,»lng»:126.451515,»org1»:»RKSI»,»org2»:»ICN»,»std»:»PGANRB300711»
…}

В данном случае запись представляет собой строку символов, содержащих информацию о наблюдаемом воздушном судне. Сопоставляя информацию, отображаемую на сайте, определяется формат полученных данных: dst1 – код аэропорта вылета, dst2 – код аэропорта назначения, fal – высота полета ВС, far – регистрационный номер, fat – модель ВС, fch – временная метка (UNIX-время), fgs – скорость движения ВС, fhd – истинный курс ВС, lng – долгота, lat – широта.

В рассматриваемых данных о движении воздушных судов можно выделить статическую и динамическую часть. Статические данные содержат информацию о регистрационных параметрах и маршруте движения воздушного судна, а динамические данные отражают координаты и физические параметры движения. Запрос полетных данных осуществляется периодически. Объем получаемых и обрабатываемых при этом данных о движении зависит от наблюдаемого региона, периода опроса и длительности сбора полетных данных; он может достигать нескольких сотен записей в минуту. Обработка и хранение данных в этом случае с использованием традиционной реляционной модели бывает затруднена вследствие повышенных требований к производительности соответствующего оборудования, что является побудительным мотивом обращения к СУБД не реляционного типа [14].

Как показали проведённые наблюдения, данные о движении самолётов, поступающие из доступных интернет-источников, нередко содержат некорректную информацию. Это требует их предварительной обработки, идентификации и удаления некорректных записей. Для решения этой задачи оказался продуктивным подход, связанный с разбиением траектории движения на отдельные участки полёта, идентификации их кластерами в фазовом пространстве данных о движении и поиском аномалий.

### Постановка задачи

Опишем рассматриваемое множество полетных данных о движении воздушного судна в пространстве и введём обозначения. Будем рассматривать следующие параметры траектории: высота полета над уровнем моря $h$, горизонтальная скорость полета $v_{xy}$, вертикальная скорость полёта $v_h$. Таким образом, будем иметь множество полётных данных $X = \{h(t_i), v_{xy}(t_i), v_h(t_i)\}$.

Исходя из специфики проблемной области и исходных данных введём следующие предположения:

1. Каждый полет состоит из набора последовательных участков – фаз полета, в которых параметры движения близки друг к другу. Это соответствует понятию «кластер» в фазовом пространстве переменных $h$, $v_{xy}$, $v_h$.

2. Каждый выделенный кластер может быть разбит на более мелкие участки – сегменты фазы полёта.

3. Могут иметь место выбросы – аномальные значения данных, которые в значительной степени отличаются от значений параметров выбранной фазы полёта.

В работе ставится задача синтеза подходящего алгоритма идентификации характерных фаз полёта (кластеров) и детектирования выбросов. Выбросы считаются некорректной информацией о движении воздушного судна.

### Метод решения задачи выявления некорректной информации

Описываемый далее метод обнаружения выбросов данных о движении основан на анализе траектории движения воздушного судна. Алгоритм состоит из следующей последовательности этапов:

1. Выделение фаз полета.
2. Кластеризация фаз.
3. Анализ выбросов.

*Выделение и кластеризация фаз полёта*. На этом этапе траектория движения воздушного судна разбивается на участки, каждый из них несет определенный физический смысл. Как правило, выделяют следующие фазы полета [5, 10]:

– стоянка;
– буксировка;
– руление до места старта;
– взлет;
– набор круизной высоты;
– круиз;
– снижение;
– маневрирование;
– приближение;
– посадка;
– руление до места стоянки.

Фазы можно выделить, используя кластеризацию траектории движения воздушного судна методами общего назначения, в которых расстояние между объектами принимается евклидовым, а расстояние между кластерами – расстоянием Уорда [9]. Основное ограничение, накладываемое на процесс кластеризации в рассматриваемой задаче, состоит в том, что объединяться в кластеры могут только соседние по времени данные.

Исследовались различные варианты кластеризации данных траектории движения воздушного судна.

- По трём параметрам ($h$, $v_{xy}$, $v_h$).
- По двум параметрам ($h$, $v_{xy}$), ($h$, $v_h$) или ($v_{xy}$, $v_h$).
- По одному из параметров $h$, $v_{xy}$ или $v_h$.
- По одному параметру – суперпозиции (взвешенная сумма высоты и горизонтальной скорости, высоты и вертикальной скорости, горизонтальной и вертикальной скорости, произведение высоты и горизонтальной скорости и др.)

Наиболее устойчивые результаты дала кластеризация по одному параметру – суперпозиции высоты и горизонтальной скорости. При этом рассматривались разные варианты суперпозиции: взвешенная сумма $a_h h + a_v v_{xy}$ и произведение параметров $h \times v_{xy}$. Окончательный выбор был остановлен на произведении в силу отсутствия необходимости обоснования выбора весовых коэффициентов.

Анализируя результаты эксперимента на реальных данных, можно отметить, что проведенная кластеризация полного маршрута движения воздушного судна достаточно точно соотносится с фактической градацией фаз движения воздушного судна. На рис. 1 показаны относительные значения параметра кластеризации на протяжении траектории полёта (по оси абсцисс отложено приведённое время движения) и центры найденных кластеров. В данном случае было выделено 13 кластеров, соответствующих основным фазам движения воздушного судна (таблица).

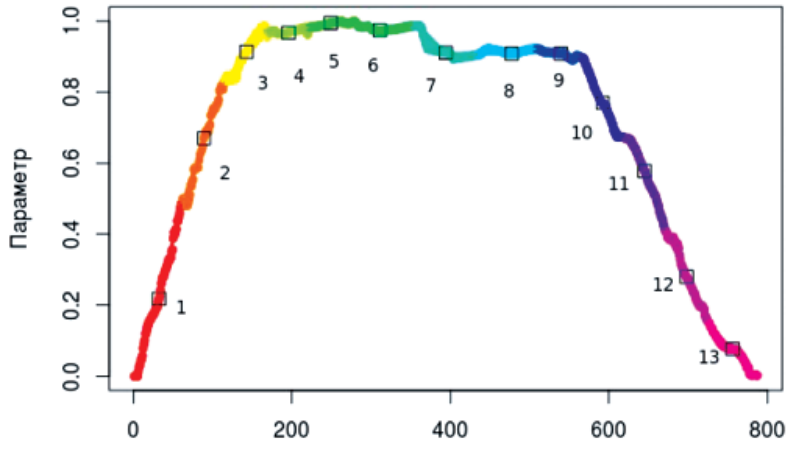



*Рис. 1. Выделенные кластеры параметров траектории движения*

Выделенные кластеры и фазы движения воздушного судна

| Номер кластера | Фаза движения |
|---|---|
| 1 | Буксировка, руление до места старта, взлёт |
| 2, 3 | Набор круизной высоты |
| 4, 6, 9 | Круиз |
| 10, 11, 12 | Снижение |
| 13 | Посадка |

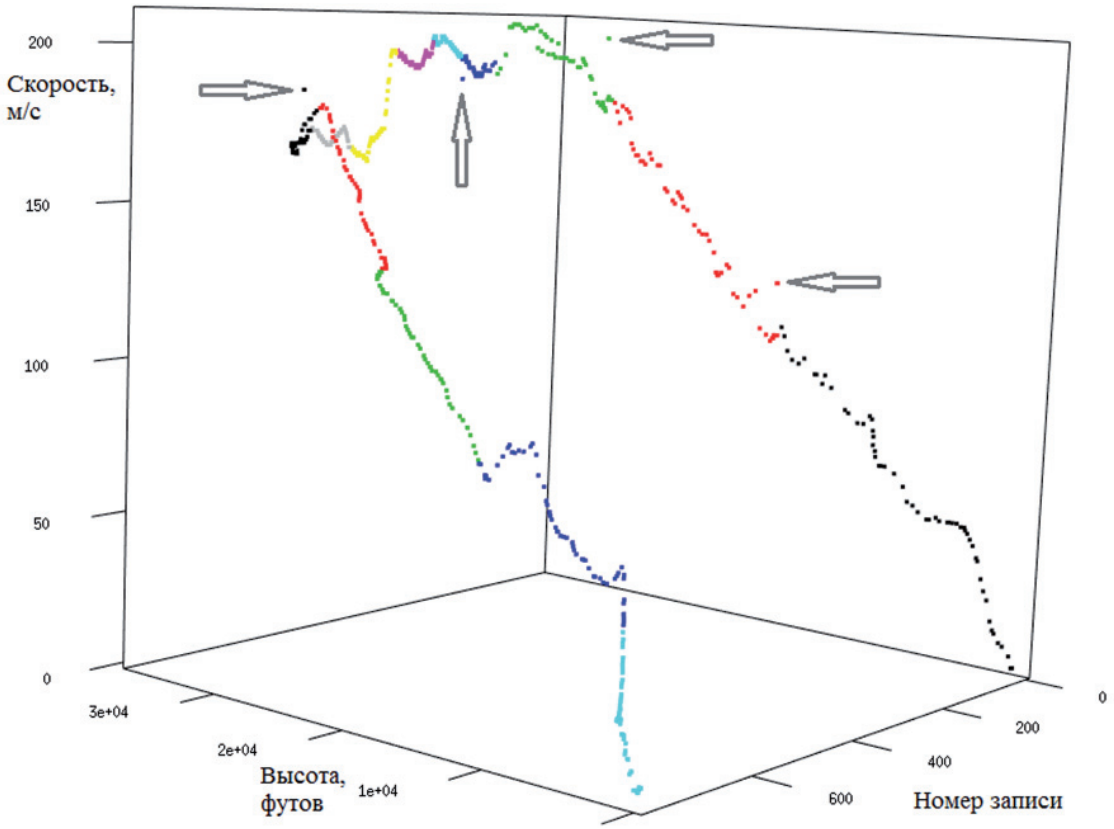



*Рис. 2. Пример траектории движения воздушного судна с выделенными некорректными данными*

*Анализ выбросов*. Используя полученные данные на предыдущем этапе о кластерах и фазах движения воздушного судна, примем известную кусочно-линейную регрессионную модель [9] данных о движении для каждого кластера. Будем считать выбросами такие значения параметров, которые не входят в границы доверительного интервала с вероятностью 95 %, имея в виду функционал метода наименьших квадратов.

На рис. 2 показан пример решения задачи детектирования выбросов, которые считаются некорректными данными. В данном случае по координатным осям отложены данные, по суперпозиции (произведению $h \times v_{xy}$) которых выполняется кластеризация: высота полёта и скорость движения, а также номер записи (приведённое время полёта). Различным цветом показаны данные различных фаз полёта. Стрелками показаны точки, оцененные как некорректные данные – случайные выбросы (видно, что они лежат далеко от фазовой траектории), видно, что они явно выделяются на фоне валидных данных.

Рис. 3 представляет собой увеличенную копию части рис. 2, на которой показан только участок траектории взлёта и набора высоты воздушного судна.

Как видно из рис. 2 и 3, описанный подход вполне позволяет идентифицировать некорректные данные о траектории движения самолёта, обусловленные сбоями работы навигационного оборудования и специализированных веб-ресурсов.

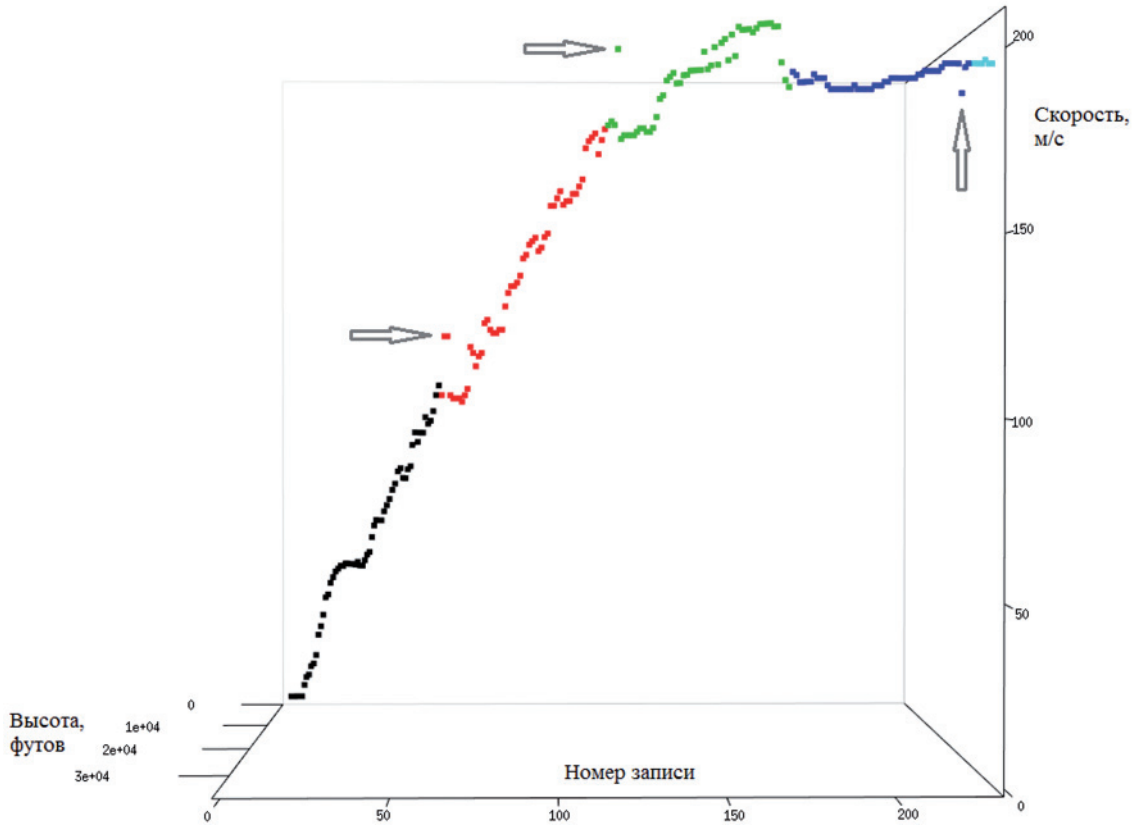



*Рис. 3. Пример траектории движения воздушного судна – участок взлёта и набора высоты*

**Заключение**

Реальные данные о трафике воздушных судов представляют собой исключительную ценность для моделирования и исследования задач в области управления воздушным движением и обеспечения безопасности полётов. Они требуются для оценки работоспособности, свойств и ограничений создаваемых моделей и алгоритмов в условиях реального воздушного трафика. Для сбора и анализа таких данных авторами была разработана информационная система, позволяющая собирать и хранить информацию о движении воздушных судов по всему земному шару в зонах доступа базовых станций ADS-B. При этом была выявлена проблема достоверности предоставляемых системой данных: они нередко содержат некорректную информацию. В настоящей работе предлагается подход к выделению (идентификации) таких некорректных данных, который характеризуется следующими аспектами:

- Данные о траектории движения воздушного судна запрашиваются на открытых интернет-сайтах, затем загружаются, парсируются и хранятся в базе нереляционного типа.
- Полученные данные обрабатываются алгоритмом кластеризации общего назначения, в котором параметром кластеризации выступает произведение высоты и горизонтальной скорости движения воздушного судна; при этом объединяться в кластеры могут только соседние по времени данные.
- Внутри каждого кластера – фазы движения воздушного судна – реализуется кусочно-линейная регрессионная модель данных, в которой доверительный интервал определяется пороговым уровнем вероятности 95%. Данные, лежащие вне доверительного интервала, считаются ошибочными.

Указанные положения определяют научную новизну настоящей работы.

Предложенный способ идентификации некорректных данных в массивах информации о движении воздушных судов, загружаемых из доступных интернет-источников, был реализован и апробирован в реально действующей информационной системе и подтвердил свою реализуемость и эффективность. Получаемые указанной системой

данные используются для верификации разрабатываемых новых методов, моделей и алгоритмов обеспечения безопасности воздушного движения.

### Список литературы

1. Баженов С.Г., Кулида Е.Л., Лебедев В.Г. Формирование бесконфликтных траекторий предпосадочного маневрирования с учетом ограничений на маневренные возможности самолёта // Проблемы управления. – 2012. – № 2. – С. 70–75.

2. Варфоломеев К.С., Щепилов Ю.Н. О подходе к количественной оценке качества процедур маневрирования в районе аэродрома // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 6. – С. 27–29.

3. Головченко Б.С., Гриняк В.М. Информационная система сбора данных трафика морской акватории // Научно-техническая информация. Сер. 2: Информационные процессы и системы. – 2014. – № 8. – С. 24–28.

4. Гриняк В.М., Будников А.И. Информационная система сбора данных о движении воздушных объектов гражданскй авиации // Транспорт: наука, техника, управление. – 2015. – № 8. – С. 44–47.

5. Дашков И.Д., Зубков Б.В. Определение и оценка состояний функциональных систем воздушных судов в системе управления безопасностью полетов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2014. – № 205. – С. 32–36.

6. Девятисильный А.С., Дорожко В.М., Гриняк В.М. Нейроподобные алгоритмы высотной классификации движущихся объектов // Информационные технологии. – 2001. – № 12. – С. 45–51.

7. Девятисильный А.С., Дорожко В.М., Гриняк В.М. Определение гидродинамического сопротивления по траекторным данным инерционного движения объекта // Журнал технической физики. – 2003. – № 2. – С. 38–42.

8. Игнатюк В.А., Сметанин С.И., Марус В.С. Способ организации расширенной системы спутникового GNSS мониторинга // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2015. – № 1. – С. 72–79.

9. Пронина О.Ю., Баженов Р.И. Исследование методов регрессионного анализа программной среды EVIEWS // Nauka-Rastudent.ru. – 2015. – № 1. – С. 45.

10. Смирнова Ю.В. О совершенствовании системы управления безопасностью полетов в России // Безопасность в техносфере. – 2012. – № 3. – С. 43–45.

11. Сметанин С.И., Игнатюк В.А., Евстифеев А.А. Способ реализации программной веб-части системы спутникового мониторинга // Информационные технологии. – 2015. – № 6. – С. 448–455.

12. ADS-B Технология (TIS-B, FIS-B) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://adsbradar.ru/ads-b_fis-b_tis-b_technology (дата обращения 01.04.17).

13. ADS-B Technologies Website [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ads-b.com (дата обращения 01.04.17).

14. The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7159.txt (дата обращения 01.04.17).

УДК 528.235

# СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МНОГООКОННЫХ ГИС

**Жигалов К.Ю.**

*Институт проблем управления Российской академии наук,*
*НОУ ВО «Московский технологический институт», Москва, e-mail: kshakalov@mail.ru*

Статья посвящена построению качественного нового интерфейса геоинформационных систем (ГИС) для оптимального решения задач автоматизации управления и мониторинга. Основное внимание в статье уделяется технологии разработки многооконных интерактивных систем с применением датчиков направления взгляда пользователя. В статье сформулированы основные принципы создания 3d графического интерфейса пользователя на базе использования методов улучшения качества стереоскопического изображения в местах направления взгляда пользователя. Последнее обстоятельство позволяет существенно экономить ресурсы системы, что позволяет перераспределять их на задачи мониторинга и автоматизированного управления. Данные принципы реализованы на нескольких экспериментальных образцах программно-аппаратных комплексов. В результате применения описанного подхода можно достигать высокой эффективности работы пользователей с системой автоматизации управления и мониторинга, при этом значительно экономя вычислительные ресурсы аппаратной части системы, что существенно ускорит внедрение данных систем повсеместно.

**Ключевые слова: использование ГИС, многооконный интерфейс ГИС, координаты глаз пользователя, стереоскопическая визуализация, автоматизированное управление, ГИС для мониторинга**

# CREATING AND USING INTERACTIVE MULTIPLE GIS

**Zhigalov K.Yu.**

*V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences,*
*Moscow Technological Institute, Moscow, e-mail: kshakalov@mail.ru*

The article is devoted to building quality new interface of geographic information systems (GIS) for the optimal solutions for automation control and monitoring. The main attention is paid to the technology of developing multiple interactive systems using sensors of sight direction of the user. The paper formulates the basic principles of creating 3d graphical user interface-based methods improve the quality of stereoscopic images in places of sight direction of the user. The latter circumstance allows you to save system resources, allowing you to reallocate them to the tasks of monitoring and automated control. These principles are implemented in several experimental samples, hardware-software complexes. As a result of application of the described approach can achieve high performance user experience with automation system control and monitoring, thus saving computational resources of the hardware part of the system, which will significantly accelerate the introduction of these systems everywhere.

**Keywords: the use of GIS, multi-window interface the GIS coordinates of the user's eyes, stereoscopic visualization, automated management, GIS for monitoring**

В настоящее время традиционные стереоскопические программные комплексы фотограмметрической визуализации 3d изображений и ГИС системы являются полноэкранными, другими словами, изображение занимает весь экран монитора [1, 3]. Такого рода решения сложно применимы в системах автоматизированного мониторинга и управления, т.к. во время работы такого рода программ необходимо совмещение обработки основной информации в одном окне с использованием других окон со второстепенной (вспомогательной) информацией (справочная, изображение видеокамер и т.д.). Институтом проблем управления РАН, в качестве первого шага в разработке промышленных многооконных 3d систем был разработан и применен в программном комплексе «Талка-ГИС» способ создания стереоскопического интерфейса пользователя в многооконной среде Windows (патент RU 2380763, ИПУ РАН) [2, 4]. Тем не менее для предложенного интерфейса необходимо подготавливать высококачественное стереоскопическое отображение во всем окне визуализации без вычета частей, закрытых другими окнами (пример многооконного интерфейса изображен на рис. 1) [4].

Следствием такой реализации является использование ценных для систем автоматизированного управления и мониторинга аппаратных ресурсов компьютера. В связи с чем возникла задача разработки многооконного стереоскопического интерфейса с зависимостью между качеством отображаемой картинки и направлением взгляда пользователя, что обеспечит экономию вычислительных ресурсов [4]. Следует отметить, что разработкой такого рода систем занимаются такие мировые лидеры в области электроники, как:

- SONY;
- SAMSUNG;
- LG;
- MICROSOFT;
- и др.

*Рис. 1. Пример интерактивного многооконного интерфейса при проведении горнодобывающих работ*

Только направления исследования у них несколько другие, они направлены на улучшение качества отображения трехмерного изображения на одном экране для нескольких пользователей, располагающихся под разным углом к одному монитору/телевизору. В данной статье рассматривается решение описанной выше задачи для цели использования в системах автоматизированного мониторинга и управления. Методы решения задачи включают в себя следующие основные проблемы [6, 7, 4]:

- подготовка и отображение графического контента с учетом пространственного положения наблюдателя (как говорилось выше, данную задачу решают ведущие компании мира) и конфигурации окон на экране;
- определение трехмерных координат зрачков наблюдателя и направления их взгляда;
- преобразование отображения стереоскопической информации в реальном времени для улучшения восприятия пользователем;
- построение стереоскопического графического интерфейса пользователя;
- исследования по подготовке и отображению 3d контента с учетом пространственного положения наблюдателя и его пристального взгляда;
- разработка основных окон пользователя для решения всего спектра задач автоматизированного мониторинга и управления.

В тестовых программных продуктах, для повышения качества изображения в местах пристального взгляда пользователя используется тесселяция. Разработанный ИПУ РАН алгоритм тесселяции использует возможности пакетов Direct 3D и Open GL [8, 4]. Тесселяция проводится на соответствующей стадии между вершинным и геометрическим шейдорами с целью сглаживания изображения в области пристального взгляда с целью сглаживания изображения в области тесселяции для ликвидации пиксельности, вызываемой дискретностью сетки 3d модели визуализируемого объекта [9]. В созданных программных продуктах стадия тисселятора использует параметр тесселяции для дополнительного разбиения узла на несколько треугольников или квадратов. Все решения о разбиении принимаются программным комплексом на основе конфигурационных и тесселяционных параметров, передаваемых из оболочечного сервиса. Каждая вершина после стадии тесселяции передается в виде координат параметризации в шейдер областей [4, 1].

Проведенные исследования субъективной оценки повышения качества отображения изображения в заданной области экрана подтвердили визуальное улучшение восприятия у всех пятидесяти человек, принимавших участие в тестировании (пример различного качества изображения приведен на рис. 2).

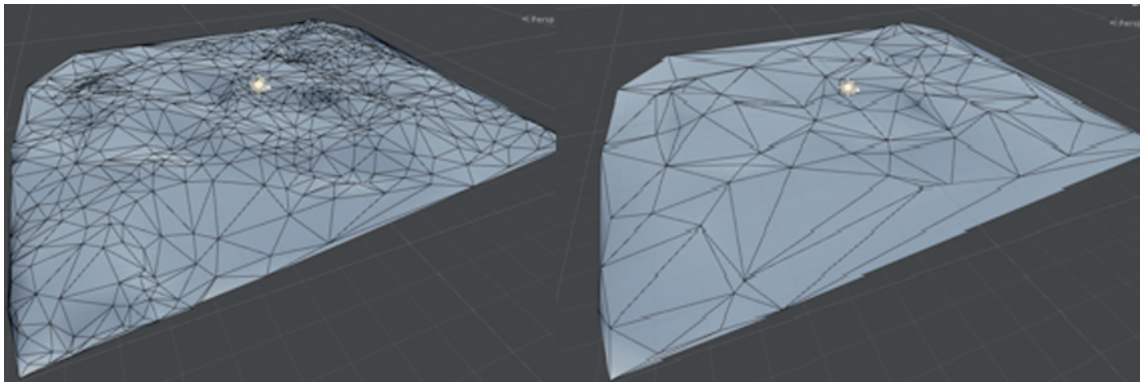


*Рис. 2. Пример отображения разного количества треугольников одной поверхности при тесселяции*

В настоящий момент существует два основных метода распознавания глаз наблюдателя на изображениях (в том числе и на кадрах видеоматериалов) [10]:

- на базе формы (делится на методы: фиксируемых, простых деформируемых и сложных деформируемых форм);
- на базе внешнего вида.

Методы на базе фиксируемых форм используют характерные, типичные особенности анатомического строения глаз и лица человека, что не обеспечивает высокую точность определения координат глаз [5, 6]. В связи с последним обстоятельством данный метод не подходит для решения поставленной задачи.

Методы на базе простых деформируемых форм используют только распознавание лимба и зрачка, что позволяет определять положение глаза наблюдателя с точностью до 2 мм на удалении до 1,5 м от экрана, но данный метод достаточно медлителен и не позволяет обновлять экран чаще 25–30 кадров в секунду (рис. 3). В связи с этим данный метод тоже был отклонен [4].

В состав алгоритмов тестовых программ в итоге вошел метод на базе сложных деформируемых форм. Данный метод при определении координат использует следующие элементы:

- контуры век;
- внешний и внутренний углы глаза;
- положение точек изгиба контуров век;
- вертикальная и горизонтальная оси полувалов;
- эллипс лимба;
- эллипс зрачка;
- точка центра зрачка.

Данный метод позволяет, используя камеры с разрешением 1920×1280 (при проведении тестирований использовались камеры TSi-Ple2FP и TSi-Ple2VP производства компании SONY), определять положение зрачка наблюдателя с точностью до 2 мм с частотой обновления до 100 Гц на удалении наблюдателя на расстояние до 1,5 м от экрана [2, 4].

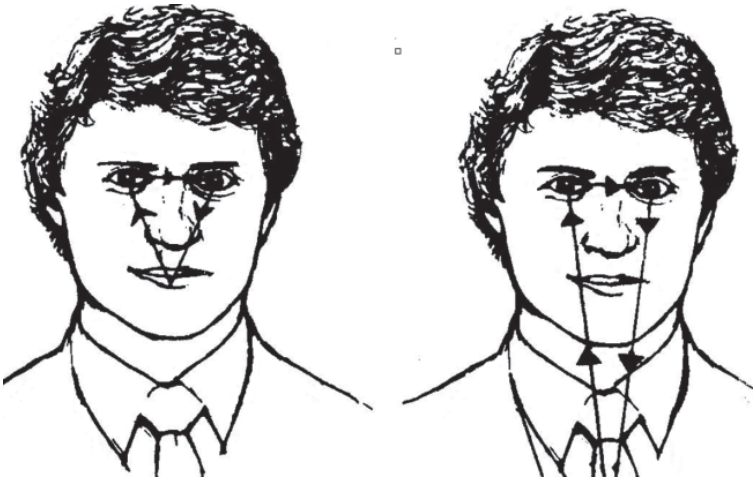


*Рис. 3. Примеры определения направления взгляда наблюдателя*

Следует отметить, что для экономии вычислительных ресурсов данный метод применяется во время работы программного средства при отображении стереоскопических 3d моделей. Во время работы программного комплекса без отображения 3d моделей либо в начале работы предложено использовать метод на базе внешнего вида.

Методы на базе внешнего вида основываются на модели, построенной непосредственно на внешнем виде области глаза. Концептуально они относятся к сопоставлению с шаблоном, строя модель небольшого участка изображения и выполняя обнаружение искомого элемента используя меру сходства. У данных методов есть внутренние проблемы, связанные с изменениями масштаба и поворота. В связи с чем его можно применять для первичной идентификации лица наблюдателя и его глаз, а также для слежения за их местоположением во время работы программного средства. Проведенные эксперименты показали, что данный метод позволяет локализовать место глаза с линейными размерами 4×3 мм с точностью до 5 мм в реальном времени с частотой определения до 100 Гц.

Тем не менее определение места положения глаз наблюдателя еще не дает нам возможности определить место пристального взгляда наблюдателя на экране монитора. Для решения этой задачи возможно использовать две группы методов:

- на основе рецессии (за счет нескольких источников ИК-подсветки ведется поиск блеска глаза и вычисляется центр пересечения координат линии взгляда с плоскостью изображения);
- на основе геометрической модели (точка взгляда вычисляется путем пересечения вектора направления взгляда с монитором).

Проведенные эксперименты показали, что максимальная точность распознавания точки пристального взгляда при втором методе определения лежит в области 10–15 мм и в 2–3 раза точнее первого, что говорит в пользу выбора второго метода [2, 3, 4].

Большая часть современных систем отображения стереоскопического 3d изображения предназначена для положения базы глаз наблюдателя строго горизонтально монитору. Тем не менее определение глаз позволяет использовать механизм подстройки стереоизображения под любой угол расположения базы глаз наблюдателя, что позволяет располагать мониторы в системе наблюдения произвольным образом.

Хотя, существует вопрос построения самого трехмерного эффекта, в данной статье мы его рассматривать не будем, т.к. данная задача уже давно решена и производителями видеокарт, мониторов и видеоигр.

Касаясь применения предложенного выше комплекса, хотелось бы отметить его потенциальную высокую эффективность в современных информационных комплексах по управлению и мониторингу за производством строительных работ на крупных площадных объектах.

Такого рода системы, используя стереоэффект, позволят наблюдателю получить более реалистичную картину происходящего, что повышает его внимание и позволяет проводить за монитором большее количество времени. Следует отметить, что возможность дискретного улучшения картинки в местах пристального взгляда существенно уменьшает требовательность системы к ресурсам компьютера, затрачиваемым на отображение интерфейса пользователю. Последний аспект, в свою очередь, позволяет использовать ценные ресурсы аппаратной части системы на другие задачи.

Тем не менее все вышесказанное относится к системам отображения 3d с помощью стандартных экранов. В настоящее время широко распространяются системы виртуальной реальности различного вида, представляющие из себя шлемы. В таких устройствах размещение систем контроля за пристальным взглядом крайне затруднительно, соответственно, для них необходимо использовать другие принципы экономии ресурсов, связанные с отслеживанием положения головы в целом и всего, что попадает на экран шлема.

Кроме того, отображение на одном мониторе и стерео и нестерео изображения достаточно затратно с точки зрения ресурсов системы т.к. монитор все равно будет работать в стереорежиме, а соответственно, видеокарта будет изготавливать картинку под оба глаза наблюдателя отдельно. Следует понимать, что на хранение двух копий одной сцены в памяти видеокарты необходимо выделять куда большее количество места. А параллельные вычисления вершин для пересчета качества отображения «на лету» могут вообще достигать нескольких десятков секунд. Кроме того, до конца не решен вопрос состыковки мест низкой и высокой детализации, в этих местах могут возникать разрывы изображения, что будет визуально ухудшать картинку [4].

Тем не менее предложенный способ построения стереоскопических интерфейсов может быть эффективно использован в системах обработки стереоскопических изображений, играх и презентациях. Кроме того, тестирование показало эффективность такого рода систем в таких задачах, как горнодобывающая промышленность (см. рис. 1, в качестве тестового образца система была поставлена на один из разрезов крупной угольнодобывающей промышленности, где сейчас проходит тестирование), строительство и эксплуатация дорог (визуальная часть в настоящий момент используется в ядре нейросетевой самообучающейся системы управления строительной техникой, проходящей тестирование на одной из площадок в Тульской области) и площадных сооружений, фотограмметрические обработки аэро- и космосъемки [4].

Несмотря на существующие, поднятые в статье недостатки, на данном этапе развития технологии 3d отображения решения, описанные в статье, позволят вывести приложения на новый уровень для пользователей, что повысит эффективность их применения и расширит круг задач в дальнейшем.

**Список литературы**

1. Алчинов А.И., Беклемишев Н.Д., Кекелидзе В.Б. Методы цифровой фотограмметрии. Технология «Талка». – М.: Московский государственный университет печати, 2007. – 259 с.

2. Алчинов А.И., Иванов А.В. Разработка многооконных интерактивных систем для обработки трехмерных изображений с использованием датчика направления взгляда оператора // Датчики и системы. – 2014. – № 4. – С. 2–7.

3. Алчинов А.И., Подловчено А.Б., Викторов А.В., Иванов А.В. Патент RU 2380763. Способ создания стереоскопического графического интерфейса пользователя компьютера. Опубл. 27.01.2010.

4. Жигалов К.Ю. Построение и использование интерактивных многооконных ГИС систем при автоматизированном производстве строительных работ // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 3. – С. 80–84.

5. Жигалов К.Ю., Сюняев Ш.И. Модели движения строительной техники в процессах автоматизации строительства объектов // Актуальные инновационные исследования: наука и практика [Электронное научное издание]. – 2013. – Т. 3. – http://www.actualresearch.ru/nn/2013_3/Article/geosciences/zhigalov2013_3.htm (дата обращения 20.05.2017).

6. Жигалов К.Ю. Визуализация и информационное сопровождение добычи угля открытыми способами // Cloud of Science. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 107–116.

7. Журкин И.Г., Хлебникова Т.А. Технология получения измерительной трехмерной видеосцены по материалам аэрокосмических съемок // Геодезия и картография. – 2009. – № 8. – С. 43–48.

8. Ковальчук А.К., Шайтура С.В. Основы геоинформационных систем: учебное пособие. Гриф УМО информационных систем и технологий. – М.: МГОУ, 2006. – 230 с.

9. Лурье И.И. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформационной и цифровой обработки космических снимков. – М.: КД «Университет», 2007. – 424 с.

10. Hansen D.W., Ji Q. In the Eye of the Beholder: Survey of Models for Eyes and Gaze // IEEE Trans. Patternanal. Machine Intell. – 2010. – Vol. 32, № 3. – P. 478–500.

УДК 004.78

# ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

**Золотухина Е.Б., Вишня А.С., Бушина К.С., Андрякова А.А.**

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: ebz@fvs.ru, asv@fvs.ru, bks@fvs.ru, anna@fvs.ru*

Настоящая статья посвящена обзору и сравнению наиболее популярных методологий разработки автоматизированных систем. Такие системы, как правило, существуют или создаются как в отдельных организациях, так и отдельных отраслях, обеспечивая поддержку их деятельности. Главным образом рассмотрены типы требований, предъявляемых к системе согласно рассматриваемым стандартам. Для проектирования и разработки автоматизированной системы необходимо не только выбрать эффективные технологии и средства разработки, обеспечить необходимый бюджет и найти квалифицированных разработчиков, но и следовать правилам, по которым участники проекта распределяют задачи между собой, взаимодействуют друг с другом и создают необходимые отчетные единицы, которые существуют в организациях и отраслях. Такие правила и определяют методологию, с помощью которой разрабатываются различные автоматизированные системы.

**Ключевые слова: автоматизированная система, методология разработки, международный стандарт, модели жизненного цикла (ЖЦ)**

# ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF AUTOMATED SYSTEM DEVELOPMENT METHODOLOGIES

**Zolotukhina E.B., Vishnya A.S., Bushina K.S., Andryakova A.A.**

*National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, e-mail: ebz@fvs.ru, asv@fvs.ru, bks@fvs.ru, anna@fvs.ru*

The present article is devoted to review and comparison of the most popular automated system development methodologies. In general, such kind of system is used or created by separate companies or for particular sectors and is intended to provide the company's activity. There were considered essentially types of system requirements which are mentioned in examined standards. If you want to design and develop the system properly, it is necessary not only to choose effective technologies and development tools, not only to provide the necessary budget and not only to find the qualified developers, but also to follow the rules, according to which participants of the project distribute tasks among themselves, interact with each other and create necessary report units, which exist in each organization. Such rules define the methodology by which various automated systems are developed.

**Keywords: the automated system, development methodology, international standard, life cycle processes**

В настоящее время вопрос создания востребованной автоматизированной системы (АС) очень актуален. Под АС подразумевается система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций [1]. Как правило, каждая АС уникальна, так как предназначена для выполнения функций в рамках конкретной организации.

Главной целью создания АС является категоризация и унифицирование автоматизируемого процесса, что позволяет обеспечивать бесперебойную работу системы, простоту ее контроля, анализа слабых мест и основания для ее развития или вывода из эксплуатации. Разработка АС будет актуальна и востребована всегда, так как в случае правильной автоматизации деятельности организаций, АС упрощает принятие решений, уменьшает временные затраты на решение проблем для руководителей любого уровня, сокращает или исключает полностью различные ошибки принятия решений, документирования и т.п. [2].

Для создания АС определенного класса необходимо осуществить выбор соответствующей методологии. Методологией разработки АС является совокупность правил, принципов, идей, понятий, методов и средств, определяющих способ создания и разработки АС [3].

На данный момент существует множество различных методологий создания АС со своими особенностями. Целью настоящей статьи является сравнение наиболее часто используемых методологий создания АС и выбор методологии, обеспечивающей рациональный процесс создания систем определенных классов.

## Материалы и методы исследования

В ходе изучения литературы о различных методологиях разработки АС было выявлено отсутствие формализованного способа их сравнения. На основании этого было принято решение о создании шаблона паспорта методологии АС.

Шаблон паспорта методологии должен включать следующие разделы:

– название методологии (полное, сокращенное);

– стадии / этапы работ или процессы / деятельности при создании АС;

– модели жизненного цикла (ЖЦ), поддерживаемые методологией;

– ролевой состав;

– типы требований, предъявляемых к АС (рассматриваются только системные требования, требования к программному обеспечению (ПО) не рассматриваются);

– поддержка документирования;

– использование моделей;

– инструментальная поддержка методологии;

– масштаб АС;

– поддержка этапа обследования объекта автоматизации;

– достоинства;

– недостатки.

Шаблон паспорта методологии представлен в табл. 1.

Под АС малого масштаба подразумеваются системы, обеспечивающие работу одного или двух процессов в рамках одного объекта автоматизации. АС среднего масштаба – система, обеспечивающая работу от трех и до десяти процессов в рамках одного объекта автоматизации. АС большого масштаба – это система, обеспечивающая работу более десяти процессов в рамках одного или нескольких объектов автоматизации.

Для сравнения различных методологий создания АС на основе шаблона паспорта методологии было принято решение создать паспорта трех наиболее распространенных и популярных в настоящее время методологий создания АС, таких как серия стандартов ГОСТ 34, ISO/IEC/IEEE 15288:2015 (E), ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 [4, 5]. Данные стандарты рассматриваются в статье как методологии, поскольку представляют собой совокупность правил, понятий, методов (систематизированной совокупности шагов), определяющих способ создания АС.

Паспорт методологии серии стандартов ГОСТ 34 представлен в табл. 2.

Паспорт методологии по ISO/IEC/IEEE 15288:2015 представлен в табл. 3.

Паспорт методологии по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 представлен в табл. 4.

## Результаты исследования и их обсуждение

*1. Сравнение стадий / этапов работ или процессов / деятельностей*

В табл. 5 представлено сопоставление стадий / этапов работ или процессов / деятельностей для трех рассмотренных выше методологий.

Сравнение трех методологий в части стадий/этапов работ или процессов / деятельностей при создании АС показало, что хоть названия стадий, этапов работ, процессов / деятельностей отличаются, суть деятельностей на них по существу является сопоставимой. Так, например, во всех стандартах сначала определяются требования пользователей, заинтересованных лиц или правообладателей к системе, затем эти требования преобразуются в системные требования. Далее на основе системных требований создается проект системы или ее архитектура. На основе проекта системы или архитектуры производится реализация системы. Система тестируется и вводится в действие.

**Таблица 1**

Шаблон паспорта методологии

| Название методологии | Полное название, сокращенное |
|---|---|
| Стадии / Этапы работ или процессы / деятельности при создании АС | Этапы работ, поддерживаемые методологией по разработке АС |
| Модели ЖЦ, поддерживаемые методологией | Модели ЖЦ АС |
| Ролевой состав | Роли коллектива разработчиков АС, поддерживаемые методологией |
| Типы требований | Краткое описание типов требований, предъявляемых к АС |
| Поддержка документирования | ДА / НЕТ<br>Если ДА, то краткое описание процесса документирования, поддерживаемое методологией |
| Использование моделей | Наличие моделей, связанных с процессами ЖЦ АС |
| Инструментальная поддержка методологии | Список инструментальных средств, поддерживающих методологию |
| Масштаб АС | Поддержка методологией создания АС масштабов: большая, средняя, малая |
| Поддержка этапа обследования объекта автоматизации | ДА / НЕТ |
| Достоинства | Основные достоинства методологии |
| Недостатки | Основные недостатки методологии |

**Таблица 2**

Паспорт методологии по серии стандартов ГОСТ 34

| Название методологии | Серия стандартов ГОСТ 34, комплекс стандартов на автоматизированные системы |
|---|---|
| Стадии / Этапы работ или процессы / деятельности при создании АС | *Формирование требований к АС* / Обследование объекта и обоснование необходимости создания АС, Формирование требований пользователя к АС, Оформление отчета о выполненной работе и заявки на разработку АС (тактико-технического задания)<br>*Разработка концепции АС* / Изучение объекта, Проведение необходимых научно-исследовательских работ, Разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователя, Оформление отчета о выполненной работе<br>*Техническое задание* / Разработка и утверждение технического задания на создание АС<br>*Эскизный проект*/ Разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям, Разработка документации на АС и ее части<br>Технический проект / Разработка проектных решений по системе и ее частям, Разработка документации на АС и ее части, Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку, Разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта<br>*Рабочая документация* / Разработка рабочей документации на систему и ее части, Разработка или адаптация программ<br>*Ввод в действие* / Подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие, Подготовка персонала, Комплектация АС, поставляемая изделиями, Строительно-монтажные работы, Пусконаладочные работы, Проведение предварительных испытаний, Проведение опытной эксплуатации, Проведение приемочных испытаний<br>(ГОСТ 34.601-90) |
| Модели ЖЦ, поддерживаемые методологией | Любые |
| Ролевой состав | Не определен |
| Типы требований | Требования к системе в целом, требования к функциям, выполняемым системой, требования к видам обеспечения, требования к документированию (ГОСТ 34.602-89) |
| Поддержка документирования | ДА. Устанавливает требования к видам документов, их наименованиям, комплектности, обозначениям, содержанию разрабатываемых на стадиях создания АС, установленных ГОСТ 34.601 (ГОСТ 34.201, РД 50-34.698-90, ГОСТ 34.602-89) |
| Использование моделей | Схема организационной структуры, Схема структурная комплекса технических средств, Схема функциональной структуры, Схема автоматизации, Чертеж формы документа (видеокадра) (РД 50-34.698-90) |
| Инструментальная поддержка методологии | Возможно использование любых инструментальных средств, связанных с процессами ЖЦ АС |
| Масштаб АС | АС любых масштабов |
| Поддержка этапа обследования объекта автоматизации | ДА |
| Достоинства | Самодостаточность для создания АС любых масштабов |
| Недостатки | Частичная поддержка процессов ЖЦ АС |

**Таблица 3**

Паспорт методологии по стандарту ISO/IEC/IEEE 15288:2015

| Название методологии | ISO/IEC/IEEE 15288:2015<br>Systems and software engineering – system lifecycle process |
|---|---|
| Стадии / Этапы работ или процессы / деятельности при создании АС | Бизнес-процесс или процесс анализа миссии, потребности заинтересованных лиц и процесс определения требований, процесс определения системных требований, процесс определения архитектуры, процесс определения проектирования, процесс анализа системы, процесс разработки, процесс интеграции, процесс верификации, переходный процесс, процесс валидации |
| Модели ЖЦ, поддерживаемые методологией | Любая модель ЖЦ |
| Ролевой состав | Не определен |
| Типы требований | Функциональные требования, производительность, требования к процессу, интерфейсы, ограничения на проектирование, ограничения на реализацию, критические характеристики качества (здоровье, обеспечение безопасности, надежность, пригодность, поддерживаемость) |
| Поддержка документирования | Не устанавливает требований к документации в части ее наименований, форматов, определенного содержания, носителей для записи |
| Использование моделей | Модели архитектуры |
| Инструментальная поддержка методологии | Возможно использование любых инструментальных средств, связанных с процессами ЖЦ АС |
| Масштаб АС | АС любых масштабов |
| Поддержка этапа обследования объекта автоматизации | ДА |
| Достоинства | Рекомендации по моделированию архитектуры<br>Поддержка процессов ЖЦ систем |
| Недостатки | Отсутствие требований к архитектуре системы<br>Отсутствие поддержки процесса документирования |

**Таблица 4**

Паспорт методологии по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010

| Название методологии | ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010<br>Процессы жизненного цикла программных средств |
|---|---|
| Стадии / Этапы работ или процессы / деятельности при создании АС | Технические процессы: определение требований правообладателей, анализа системных требований, проектирования архитектуры системы, реализации, комплексирования системы, квалификационного тестирования системы, инсталляции программных средств, поддержки приемки программных средств, функционирования программных средств, сопровождения программных средств, прекращения применения программных средств |
| Модели жизненного цикла, поддерживаемые методологией | Любая модель ЖЦ |
| Ролевой состав | Не определен |
| Типы требований | Функции и возможности системы, требования деловой сферы, организационные и пользовательские требования, требования по безопасности, защищенности, эргономике, интерфейсам, рабочим операциям и сопровождению, проектные ограничение и квалификационные требования |
| Поддержка документирования | Не устанавливает требований к документации в части ее наименований, форматов, определенного содержания, носителей для записи |
| Использование моделей | Отсутствует |
| Инструментальная поддержка методологии | Возможно использование любых инструментальных средств, связанных с процессами ЖЦ АС |
| Масштаб АС | АС любых масштабов |
| Поддержка этапа обследования объекта автоматизации | НЕТ |
| Достоинства | Поддержка всех процессов ЖЦ систем |
| Недостатки | Отсутствие требований к архитектуре системы<br>Отсутствие поддержки процесса документирования<br>Отсутствие поддержки этапа обследования объекта автоматизации |

**Таблица 5**

Сопоставление стадий/этапов работ или процессов/деятельностей

| № п/п | ГОСТ 34.601-90 | ISO/IEC/IEEE 15288:2015 | ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 |
|---|---|---|---|
| 1. | Формирование требований к АС, Разработка концепции АС, Техническое задание | Бизнес-процесс или процесс анализа миссии, потребности заинтересованных лиц и процесс определения требований, процесс определения системных требований | Определение требований правообладателей, анализа системных требований |
| 2. | Эскизный проект, технический проект | Процесс определения архитектуры, процесс определения проектирования, процесс анализа системы | Проектирование архитектуры системы |
| 3. | Рабочая документация | Процесс разработки, процесс интеграции | Реализация, комплексирование системы |
| 4. | Ввод в действие | Процесс верификации, переходный процесс, процесс валидации | Квалификационного тестирования системы, инсталляции программных средств, поддержки приемки программных средств |

По существу, все три стандарта могут быть использованы в части, связанной со стадиями / этапами работ или процессами / деятельностями в равной степени.

*2. Сравнение моделей ЖЦ АС*

Все стандарты поддерживают любые модели ЖЦ АС, например каскадную, инкрементную и эволюционную или их сочетание [6].

По существу, все три стандарта также могут быть использованы в части, связанной с моделью ЖЦ АС в равной степени.

*3. Сравнение ролевого состава*

Описание ролевого состава коллектива разработчиков АС и прочих ролей в стандартах не представлено. Для определения ролевого состава методологии можно использовать рекомендации от ведущих корпораций, связанных с созданием методологий разработки ПО, например можно использовать ролевой состав методологии Rational Unified Process от компании IBM.

*4. Сравнение типов требований*

Детальный анализ типов требований, предъявляемых к АС, показал, что в стандартах ISO/IEC/IEEE 15288:2015, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 по сравнению со стандартом 34.602-89 отсутствует ряд ключевых системных типов требований, без которых создание АС не может быть осуществлено. Такими типами требований для стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010, например, могут являться требования к надежности, требования к транспортабельности для подвижных АС, требования к стандартизации и унификации, требования к видам обеспечения, требования к документированию, требования по патентной частоте.

Требованиями, без которых создание АС не может быть осуществлено по стандарту ISO/IEC/IEEE 15288:2015, например, также являются требования к документированию, требования к транспортабельности для подвижных АС, требования по надежности, требования по стандартизации и унификации, требования к видам обеспечения, требования по патентной частоте, показатели назначения.

Таким образом, необходимым набором системных требований для создания АС является лишь стандарт 34-й серии, а именно ГОСТ 34.602-89.

*5. Сравнение процессов документирования*

Ни стандарт ISO/IEC/IEEE 15288:2015, ни стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 не устанавливает требований к документации в части наименований отчетной документации, форматов, определенного содержания, носителей для записи. Для процесса документирования могут быть лишь использованы стандарты 34-й серии (ГОСТ 34.201, РД 50-34.698-90, ГОСТ 34.602-89).

*6. Сравнение использования моделей*

Стандарт ISO/IEC/IEEE 15288:2015 дает рекомендации только по созданию моделей архитектуры.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 не дает никаких рекомендаций по созданию моделей в процессах ЖЦ АС.

Руководящий документ в составе стандартов 34-й серии, а именно РД 50-34.698-90 представляет рекомендации по созданию

моделей (схем) организационной структуры, структурного комплекса технических средств, функциональной структуры, автоматизации, формы документа (видеокадра). Некоторые модели, представленных в этом стандарте, сопоставимы с моделями архитектуры стандарта ISO/IEC/IEEE 15288:2015, например модель функциональной структуры, схема структурная комплекса технических средств.

Рекомендуется при создании АС создавать модели в соответствии как с рекомендациями РД 50-34.698-90, так и стандарта ISO/IEC/IEEE 15288:2015.

*7. Сравнение инструментальной поддержки методологий*

Любые инструментальные средства, связанные с процессами ЖЦ АС, могут быть применены при использовании любого из рассмотренных стандартов.

*8. Сравнение использования методологий для масштабов АС*

АС любых масштабов может создаваться с использованием любой из указанных методологий.

*9. Сравнение методологий в части поддержки этапа обследования объекта автоматизации*

Стандарты 34-й серии (34.601-90, РД 50-34.698-90), ISO/IEC/IEEE 15288:2015 дают рекомендации в части обследования объекта автоматизации. Стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 не дает никаких рекомендаций в части обследования объекта автоматизации.

Рекомендуется при создании АС в части обследования объекта автоматизации использовать как рекомендации стандартов 34.601-90, РД 50-34.698-90, так и стандарта ISO/IEC/IEEE 15288:2015.

*10. Сравнение достоинств методологий*

Основным достоинством стандартов серии 34 является их самодостаточность для создания АС любых масштабов.

Достоинством стандарта ISO/IEC/IEEE 15288:2015 являются рекомендации по моделированию архитектуры, поддержка процессов ЖЦ систем.

Достоинством ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 является также поддержка процессов ЖЦ систем.

Так как стандарты серии 34 не поддерживают все процессы ЖЦ систем, то при создании АС можно пользоваться рекомендациями ISO/IEC/IEEE 15288:2015 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 в части процессов, не связанных непосредственно с созданием АС, если возникнет в этом необходимость.

*11. Сравнение недостатков методологий*

Основным недостатком стандартов серии 34 является их частичная поддержка процессов ЖЦ АС.

Недостатками стандартов ISO/IEC/IEEE 15288:2015 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 являются отсутствие поддержки процесса документирования, отсутствие требований к архитектуре системы, а ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 еще и отсутствие поддержки этапа обследования объекта автоматизации.

Указанные недостатки ISO/IEC/IEEE 15288:2015 ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 существенно ограничивают применение указанных стандартов в полном объеме для создания АС.

**Выводы**

Проведенный сравнительный анализ методологий создания АС на основе стандартов показал следующее.

1. Наиболее рациональной методологией создания АС являются стандарты 34-й серии ГОСТ вследствие их полной самодостаточности. Стандарты 34-й серии ГОСТ представляют собой требования к используемым терминам, требования к стадиям создания АС, типам требований, методам испытаний, к составу и содержанию документации на автоматизированную систему и т.д. Стандарты 34-й серии позволяют избежать ситуаций с недопониманием в различных компаниях разработчиков АС, принимающих участие в одном проекте по созданию АС, т.к. они комплексно ориентированы на единую терминологию, унифицированные стадии создания АС и документирование. Стандарты 34-й серии помогают достичь высокой степени формализации подхода к созданию АС, что позволяет использовать типовые решения, предназначенные для многократного их применения в процессе разработки, внедрения и функционирования АС с целью уменьшения трудоемкости разработки, сроков и затрат на создание АС и ее частей. Стандарты могут быть использованы для АС любых масштабов.

2. Поскольку стандарты 34-й серии не поддерживают все процессы ЖЦ систем, то при создании АС можно пользоваться

рекомендациями ISO/IEC/IEEE 15288:2015 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 в части процессов, не связанных непосредственно с созданием АС, в случае возникновения такой необходимости.

3. Использование моделей при создании АС в стандартах 34-й серии может быть расширено за счет применения моделей архитектуры, представленных в стандарте ISO/IEC/IEEE 15288:2015.

4. При создании АС в соответствии со стандартами 34-й серии можно использовать любые инструментальные средства, поддерживающие этот процесс.

5. Стандарт 34-й серии может быть расширен в части ролей разработчиков АС за счет использования методологий ведущих корпораций, связанных с созданием методологий разработки ПО.

6. Использование в полном объеме ISO/IEC/IEEE 15288:2015 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 для создания АС невозможно, так как стандарты не поддерживают системные требования к архитектуре АС, требования к документированию в части наименований, форматов, определенного содержания документов, носителей для записи.

**Список литературы**

1. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 34.003-84, ГОСТ 22487-77; Введ. 01.01.1992. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 22 с.

2. Золотухина Е.Б., Красникова С.А, Вишня А.С. Управление жизненным циклом информационных систем (продвинутый курс). – М.: курс, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 119 с.

3. Википедия // Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/ (дата обращения: 06.04.2017).

4. ISO/IEC/IEEE 15288:2002(E) Systems and software engineering – system lifecycle process. – Instead of ISO/IEC 15288:2008. First edition 15.05.2015 // International Organization for Standardization and the International Electrotechnical Commission. – 2015. – 116 p.

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Взамен ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99; Введ. 01.03.2012. – М: Изд-во стандартов, 2011. – 160 с.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15271-2002. Информационная технология. Руководство по применения ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 (Процессы жизненного цикла программных средств). – Введ. 05.06.2002. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 37 с.

УДК 62-7

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СМАЗЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ МАСЕЛ

**Калмыков В.В., Мельников Д.А., Горбачева М.С., Сухарева А.А.**

*Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: kalmykovvv@bmstu.ru*

В статье рассмотрен способ оценки смазывающей способности масел с помощью измерения их поверхностного натяжения. Дана краткая оценка физических основ, объясняющих проявление поверхностного натяжения. Приведены данные о смазывающей способности, краевом угле смачивания и поверхностном натяжении масел. Указаны основные характеристики исследуемых масел и материалов. Описано лабораторное оборудование, используемое для исследования. Определена величина поверхностного натяжения для исследуемых масел с помощью сталагмометрического метода. Приведены результаты исследования краевого угла смачивания поверхностей маслами, нанесенными на подложки из конструкционных материалов. Построена диаграмма зависимости смазываемости от конструкционных материалов. Экспериментально проверена зависимость Юнга – Дюпре и дана оценка величинам поверхностного натяжения масел от величин их плотности и прочих характеристик. Сделан вывод о влиянии поверхностного натяжения масел на смазываемость.

**Ключевые слова: смазываемость, смачиваемость, поверхностное натяжение, сталагмометрический метод, моторное масло, трансмиссионное масло**

# INVESTIGATION OF DEPENDENCE OF LUBRICATION OF CONSTRUCTION MATERIALS FROM SIDE OF SURFACE TENSION OIL

**Kalmykov V.V., Melnikov D.A., Gorbacheva M.S., Sukhareva A.A.**

*Moscow State Technical University n.a Bauman, Kaluga Branch, Kaluga, e-mail: kalmykovvv@bmstu.ru*

The article describes the method for evaluating the lubricity of oils by measuring their surface tension constructed. A brief assessment of the physical fundamentals that explain the manifestation of surface tension. Data on lubricity, wetting contact angle and surface tension of oils. The main characteristics of the investigated oils and materials are indicated. The laboratory equipment used for the study is described. The value of the surface tension for the investigated oils was determined using the stalagmometric method. The results of research of the contact angle of wetting of surfaces by oils applied to substrates made of structural materials are given. The diagram of dependence of lubricity on structural materials is constructed. The Jung-Dupree dependence was experimentally tested and the values of the surface tension of the oils were estimated from the values of their density and other characteristics. A conclusion is drawn on the effect of the surface tension of oils on lubricity.

**Keywords: lubricity, wettability, surface tension, stalagmometric method, engine oil, gear oil**

Основными эксплуатационными характеристиками масел являются химическая стабильность, вязкость и смазывающая способность. С точки зрения снижения сил трения, определяющих КПД работы машин и механизмов, а также интенсивность износа рабочих поверхностей деталей большой интерес вызывает смазывающая способность. Ввиду отсутствия приборов для непосредственного измерения смазывающей способности масел, исследователи вынуждены использовать множество методов трибологического анализа. Целью данной работы является стремление показать, что смазывающую способность масел можно оценить через измерение их поверхностного натяжения.

Смазывающая способность – это проявление взаимодействия молекул на трехфазной границе твердой, жидкой и газообразной. Она определяется коэффициентом смачиваемости θ и может быть определена с помощью второго закона капиллярности (смачиваемости) – равенства Юнга (1). На рис. 1 представлена силовая схема краевого угла смачивания.

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{1,3} - \sigma_{2,3}}{\sigma_{1,2}}, \qquad (1)$$

где $\sigma_{1,3}$ – поверхностное натяжение на границе твердое тело – воздух; $\sigma_{2,3}$ – поверхностное натяжение на границе твердое тело – жидкость; $\sigma_{1,2}$ – поверхностное натяжение на границе жидкость – воздух.

Поверхностное натяжение на границе твердое тело – воздух принято называть поверхностной энергией [1].

Различают смачиваемую (гидрофильную, $\theta < 90°$) и несмачиваемую поверхность (гидрофобную, $\theta > 90°$).

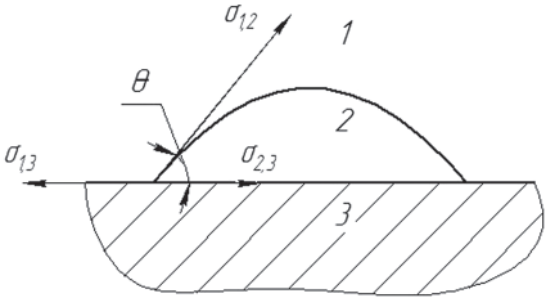



*Рис. 1. Факторы, определяющие краевой угол смачивания: 1 – воздух; 2 – жидкость; 3– твердое тело*

Коэффициентом поверхностного натяжения называется физическая величина, численно равная силе поверхностного натяжения $G_S$ (2), которая действует на линию разрыва единичной длины [2]. Наиболее ярким примером является поверхностное натяжение жидкости на границе с газом.

Поверхностное натяжение – это удельная свободная поверхностная энергия. Оно существует на границе твердых, жидких и газообразных тел. Поверхностное натяжение образуется из-за молекул жидкости, которые находятся вблизи поверхности и, следовательно, имеют избыток потенциальной энергии $P$, по сравнению с молекулами, которые располагаются внутри жидкости [3; 4].

$$G_S = \sigma \cdot S, \qquad (2)$$

где σ – поверхностное натяжение; $S$ – поверхность.

Снижение поверхностного натяжения может наблюдаться при тепловых, механических, химических и электрических процессах. Схема образования поверхностного натяжения изображена на рис. 2.

Поверхностное натяжение является одним из самых важных свойств дисперсных систем, и от его величины зависят такие явления, как капиллярность и смачиваемость. Это обстоятельство позволяет связать явление смачиваемости со смазывающей способностью, если объектом исследования выступает масло.

## Материалы и методы исследования

Для достижения цели была поставлена задача оценить смазываемость конструкционных материалов маслами с разной величиной поверхностного натяжения. В качестве объектов исследования были выбраны образцы подложек из стали 45, 12Х18Н10Т, Д16Т, ЛС 59-1. Чтобы уменьшить влияние на смазываемость микрогеометрии, все образцы подвергались шлифованию до достижения поверхностями шероховатости Ra 0,22 мкм.

Сталь 45 – конструкционная углеродистая качественная сталь. Она применяется во всех видах промышленности, где от деталей требуется повышенная прочность, надежность и износостойкость [5].

12Х18Н10Т – хром-никелевая нержавеющая сталь благодаря исключительному сочетанию прочностных характеристик и свойств нержавеющей стали получила широкое применение не только в машиностроении, но и в пищевой, нефтяной и химический промышленности. Ее используют в работе под высоким давлением, в окислительных средах, при низких (до –269 °С) и при высоких до (+600 °С) температурах [6].

Д16Т – дюралюминиевый сплав с высоким содержанием магния получил широкое распространение благодаря оптимальному сочетанию цены и качества. Он обладает хорошей механической обрабатываемостью и высокими прочностными характеристиками [7]. Д16Т применяется в судостроительной, авиационной и космической промышленности и для изготовления деталей для машин и станков.

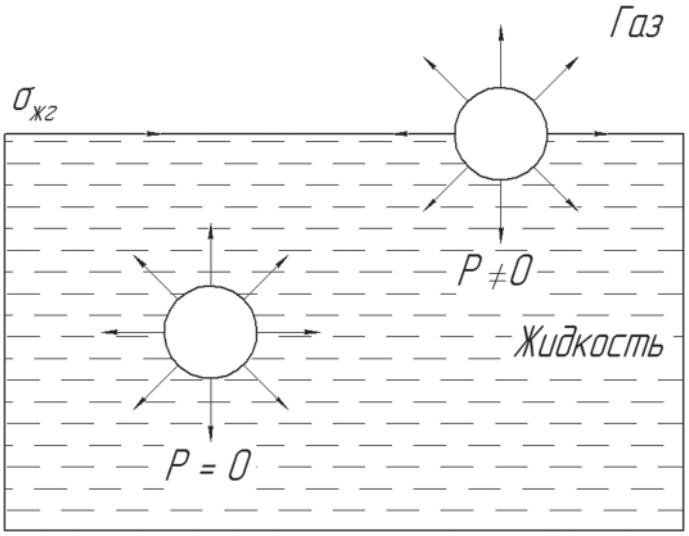



*Рис. 2. Схема образования поверхностного натяжения*

ЛС59-1 – это специальный многокомпонентный сплав, состоящий из меди, цинка, свинца и примесей. Цинк и свинец в сплаве являются легирующими элементами, которые улучшают физические и химические свойства меди. Благодаря высокой твердости, невысокой стоимости, отличной обрабатываемости на станках, коррозионной стойкости и антифрикционным свойствам латунь ЛС59-1 широко используется во всех видах производства [8].

В качестве смазывающих веществ исследовались минеральные масла Lukoil Standart (SAE 10w-40) и OILRIGHT ТАД-17и (SAE 80w-90).

Lukoil Standart 10w-40 – это моторное минеральное масло, произведенное из высококачественной минеральной основы и пакета присадок высокого качества. Является бюджетным маслом для круглогодичного использования в двигателях автомобилей с большим пробегом и повышенным расходом моторного масла. Оно обеспечивает отличную защиту мотора от износа и коррозии (устойчиво к окислению), сохраняет вязкость, стабильность при перепадах температур. Оно работоспособно в диапазоне температур от –32 до 140 °С [9].

OILRIGHT ТАД-17и 80w-90 – универсальное всесезонное трансмиссионное минеральное масло для автомобилей и другой техники, работающих в сложных температурных условиях при высоких удельных нагрузках и скоростях скольжения. Обладает высокопрочной масляной пленкой, которая обеспечивает надежную работу трансмиссии при напряженных режимах трения в зонах контакта. Оно работоспособно в диапазоне температур от –25 до +130…140 °С [10].

В данной работе поверхностное натяжение масел определялось сталагмометрическим методом. Для этого было использовано следующее оборудование: сталагмометр, емкость для сбора капель и ареометр. Внешний вид лабораторной установки представлен на рис. 3.

Сталагмометр – прибор для определения поверхностного натяжения жидкостей, представляющий из себя стеклянную трубку с капилляром в нижней части.

Поверхностное натяжение определялось сталагмометрическим методом или методом счета капель. Данный метод считается самым простым способом измерения поверхностного натяжения с технической точки зрения. Для определения числа капель пользуются сталагмометром [11]. Он представляет собой стеклянную трубку, заканчивающуюся капилляром, из которого исследуемая жидкость вытекает каплями.

Определение поверхностного натяжения этим методом [12] заключается в сравнении количества капель при истечении из сталагмометра исследуемой жидкости $n_x$ и жидкости $n_o$ с известным поверхностным натяжением $\sigma_o$.

Значения поверхностного натяжения исследуемой жидкости рассчитывались по формуле

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot \frac{\rho_x \cdot n_o}{\rho_o \cdot n_x}, \qquad (3)$$

где $\rho_x$ и $\rho_o$ – плотность исследуемой и стандартной жидкостей [12].

Было произведено измерение плотности масел ρ с помощью лабораторного ареометра:

Для Lukoil Standart 10w-40: $\rho_1 = 0{,}84$ г/см$^3$.

Для OILRIGHT ТАД-17и 80w-90: $\rho_2 = 0{,}885$ г/см$^3$.

Для определения зависимости смазывающей способности от поверхностного натяжения были экспериментально определены величины краевых углов смачиваемости для исследуемых масел на каждом конструкционном материале.

**Таблица 1**

Физико-химические характеристики масел [9; 10]

| Параметр | Lukoil Standart 10w-40 | OILRIGHT ТАД-17и 80w-90 |
|---|---|---|
| Вязкость кинематическая при 100 °С, мм$^2$/с | 12,5–16,3 | 17,5 |
| Индекс вязкости, min | 120 | 100 |
| Температура вспышки в открытом тигле, °С, min | 205 | 200 |
| Температура застывания, °С, max | –32 | –25 |
| Щелочное число, мг КОН/1 г масла, min | 5,0 | 5,0 |
| Зольность сульфатная, %, max | 1,2 | 0,3 |
| Массовая доля Р, %, max | 0,12 | 0,1 |

*Рис. 3. Лабораторная установка*

**Таблица 2**

| № п/п | Исследуемая жидкость | $n_i$ | ρ, г/см$^3$ | σ·10$^{-3}$, Н/м |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Lukoil Standart 10w-40 | 55 | 0,84 | 34,44 |
| 2 | OILRIGHT ТАД-17и 80w-90 | 47 | 0,885 | 42,47 |
| 3 | Вода | 31 | 1 | 72,75 |

## Результаты исследования и их и обсуждение

1. Определение поверхностного натяжения масел (табл. 2).

$$\sigma_1 = \sigma_3 \cdot \frac{\rho_1 \cdot n_3}{\rho_3 \cdot n_1}; \quad \sigma_2 = \sigma_3 \cdot \frac{\rho_2 \cdot n_3}{\rho_3 \cdot n_2},$$

где $\sigma_1$ – поверхностное натяжение моторного масла Lukoil Standart 10w-40, Н/м; $\sigma_2$ – поверхностное натяжение трансмиссионного масла OILRIGHT ТАД-17и 80w-90, Н/м; $\sigma_3$ – поверхностное натяжение воды, Н/м; $\rho_1$ – плотность моторного масла Lukoil Standart 10w-40, г/см$^3$; $\rho_2$ – плотность трансмиссионного масла OILRIGHT ТАД-17и 80w-90, г/см$^3$; $\rho_2$ – плотность воды, г/см$^3$; $n_1$, $n_2$, $n_3$ – количество капель моторного масла Lukoil Standart 10w-40, трансмиссионного масла OILRIGHT ТАД-17и 80w-90 и воды соответственно.

$$\sigma_1 = 72,75 \cdot \frac{0,84 \cdot 31}{1 \cdot 55} = 34,44 \text{ Н/м};$$

$$\sigma_2 = 72,75 \cdot \frac{0,885 \cdot 31}{1 \cdot 47} = 42,47 \text{ Н/м}.$$

2. Определение краевого угла смачиваемости исследуемых масел (рис. 4; 5).

При определении смачиваемости в качестве твердого тела были использованы подложки из стали 45, 12Х18Н10Т, Д16Т, ЛС59-1 с одинаковой шероховатостью поверхностей Ra 0,22 мкм.

Результаты средних значений измерений краевого угла приведены в табл. 3.

3. Построение диаграммы (рис. 6).

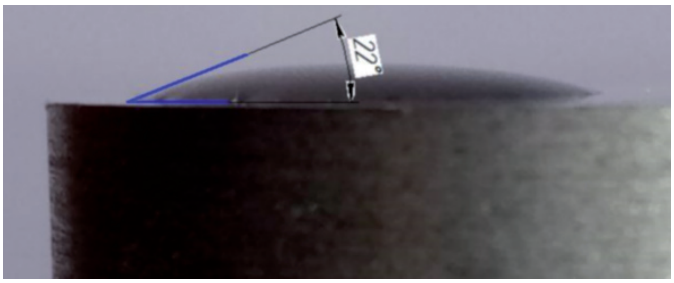



*Рис. 4. Краевой угол смачиваемости трансмиссионного масла OILRIGHT ТАД-17и 80w-90*

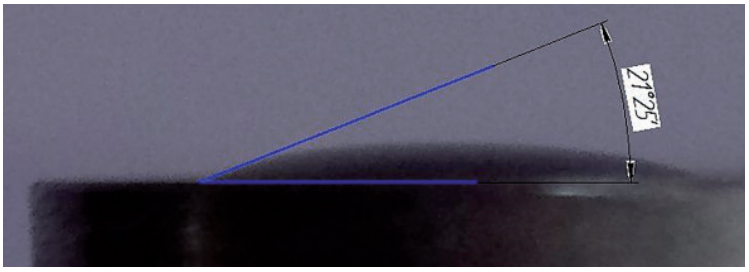



*Рис. 5. Краевой угол смачиваемости моторного масла Lukoil Standart SAE 10w-40*

**Таблица 3**

| Подложка | Краевой угол θ моторного масла Lukoil Standart 10w-40 | Краевой угол θ трансмиссионного масла OILRIGHT ТАД-17и 80w-90 |
|---|---|---|
| Сталь 45 | 20,37 | 22 |
| 12Х18Н10Т | 14,7 | 15,3 |
| Д16Т | 14,87 | 17,87 |
| ЛС59-1 | 15,95 | 19,62 |

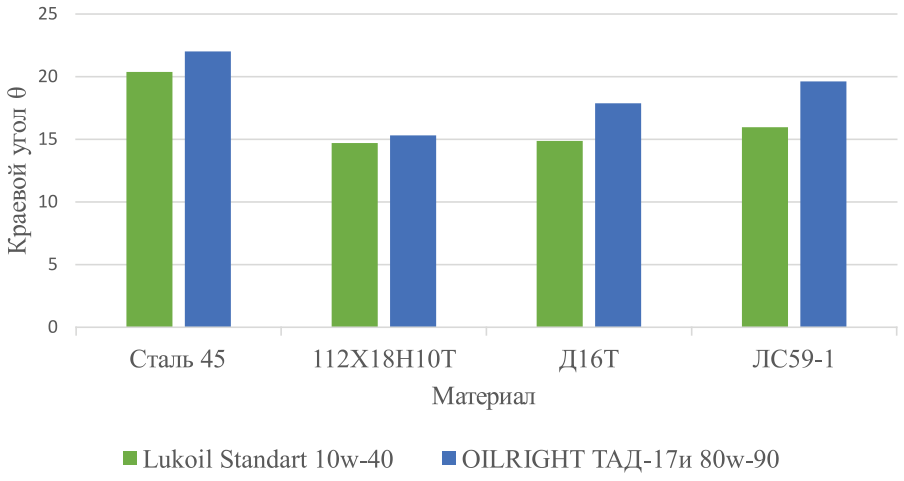



*Рис. 6. Диаграмма зависимости краевого угла от материала подложки*

## Выводы

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что масла с наименьшим значением поверхностного натяжения обладают наилучшей смазывающей способностью. Необходимы дополнительные исследования, которые позволят определить наиболее значимые факторы, с помощью которых станет возможным с большей эффективностью управлять поверхностным натяжением смазывающих жидкостей.

Проведенные исследования могут быть полезны при выборе смазывающих веществ обладающих наилучшей смачиваемостью.

## Список литературы

1. Калмыков В.В., Мусохранов М.В., Логутенкова Е.В., Герасимова Н.С. Энергия поверхностей в формировании сопряжений при сборке изделий // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5–2. – С. 249-252.

2. Логинова А.Ю., Герасимова Н.С. Измерение поверхностного натяжения жидкостей / Методические указания по курсу «Спецглавы химии». – Калуга, 2001. – 15 с.

3. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А., Коллоидная химия. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 445 с.

4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1989. – 464 с.

5. Сталь 45 металлопрокат [Электронный ресурс] // TotalMetall.com. – URL: http://www.totalmetall.com/Stali-konstrukcionnie/45.html (Дата обращения 10.04.2017).

6. Сталь 12Х18Н10Т: характеристика, применение и цены на металлопрокат [Электронный ресурс] // Комсомольская правда. – URL: http://www.kp.ru/guide/stal-12kh18n10t.html (Дата обращения: 10.04.2017).

7. Дюралевый прокат и изделия из дюраля. Особенности и применение. [Электронный ресурс] // Комсомольская правда. – URL: http://www.kp.ru/guide/djuralevyi-prokat.html (Дата обращения: 10.04.2017).

8. Латунь ЛС59-1 [Электронный ресурс] // Cu-Prum Цветной металлопрокат. – URL: http://cu-prum.ru/latun/ls59-1.html (Дата обращения: 10.04.2017).

9. Лукойл стандарт SAE 10W-40 API SF [Электронный ресурс] // CC. – URL: http://maslenka.ru/catalog/motor-oil/lukoil-standart-sae-10w-40-api-sf-cc.html (Дата обращения: 5.04.2017).

10. Трансмиссионное масло ТАД-17 (ТМ-5-18). [Электронный ресурс]. – URL: http://www.expert-oil.com/site.xp/051048055124049050052052.html (Дата обращения: 5.04.2017).

11. Фролов Ю.Г., Гродский А.С., Назаров В.В., Моргунов А.Ф. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. – М.: Химия, 1986. – 216 с.

12. Бурых Г.В. Образование, устойчивость и свойства дисперсных систем: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Коллоидная химия». – Курск, 2015. – 16 с.

УДК 622.323

# СПОСОБЫ И МЕХАТРОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ НЕФТЕДОБЫЧИ

**Кашаев Р.С., Козелков О.В., Кубанго Б.Э.**

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, e-mail: kashaev2007@yandex.ru*

Проведен анализ существующих автоматизированных систем нефтедобычи с помощью установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) и оптимизации технологических процессов, который показывает, что описанные способы обладают рядом недостатков: отключение УЭЦН плохо сказывается на работе оборудования и нефтяном пласте; низкая надежность, т.к. большое количество циклов отключения/запуска приводит к пробою изоляции обмотки статора, т.к. пусковой ток ПЭД в 4–5 раз превышает номинальный; сложность конструкции и наличие большого числа погружных датчиков в скважине загромождающих участок перфорации; измерительные погружные блоки меют температурный диапазон < 90 °C, в то время как температура жидкости некоторых скважин достигает 150 °C и выше; УЭЦН своими колебаниями вносит погрешность; пренебрежение таким параметром, как газонасыщенность жидкости; отсутствие сигналов обратной связи изменяющегося момента на валу ПЭД при изменениях параметров жидкости. Сделан вывод о преимуществах метода проточной протонной магнитной резонансной релаксометрии (ППМРР) в мехатронных комплексах для управления нефтедобычей.

**Ключевые слова: нефтедобыча, УЭЦН, оптимизация, проточная протонная магнитно-резонансная релаксометрия**

# METHODS AND MECHATRONIC COMPLEXES OF OIL-MINING

**Kashaev R.S., Kozelkov O.V., Kubango B.E.**

*Kazan State Power Engineering University, Kazan, e-mail: kashaev2007@yandex.ru*

An analysis is performed of existing automated systems of oil-mining using installations of rotary pumps (UECN) and technology processes optimization, which show that described methods have several shortages: switching off of UECN bad affect on installation equipment and oil deposit; low reliability because great number of switching off/on lead to isolation spark-over due to 4–5 time greater starting current compare to nominal; complicated construction and existence of great number of immersed in bore-hole probe heads which block up the perforation region; measurement blocks have temperature region < 90 °C and at the same time liquid in some boreholes reach 150 °C and higher; UECN by its vibration introduce an error in probe-heads data; scorn of gas saturation of liquid; absence of reverse signal of drive moment changing at liquid parameters changing. Conclusion is made about the advantages of on-line proton magnetic resonance relaxometry (PPMRR) in mechatronic complexes for control of oil-mining.

**Keywords: oil-mining, UECN, optimization, on-line proton magnetic resonance relaxometry**

В РФ около 70 000 скважин оснащены установками электроцентробежных центробежных насосов (УЭЦН), которые обеспечивают 70 % нефтедобычи. Исследования показывают, что во многих скважинах с использованием насосов с погружным электродвигателем (ПЭД) имеется потенциал улучшения работы за счет частотно-регулируемой (ЧР) подачи насоса и контроля параметров добываемой жидкости. То есть путем формирования мехатронных комплексов (МК) нефтедобычи, способных в реальном времени автоматически настраиваться на режим оптимального функционирования [2].

Но в нефтяной промышленности, равно как и в энергетике, ощущается отставание по внедрению МК. Это связано с тем, что технологические процессы в нефтедобыче сложны, потоки жидкости отличаются сложностью структур и, как правило, трудно поддаются компьютерному моделированию и, соответственно, управлению УЭЦН. Они требуют многопараметрического анализа структур многофазных потоков.

Выход может быть найден путем использования приборов на основе ядерного (протонного) магнитного резонанса (ПМР), позволяющего без пробоподготовки в автоматическом режиме и на потоке осуществлять экспресс-контроль параметров сырья и нефтепродуктов на устье скважины. Метод ПМР обладает способностью контролировать разные физико-химические и технологические показатели, является взрыво- и пожаробезопасным вследствие своей неконтактности и возможности расположения датчика на безопасном расстоянии от электронного блока и оператора. Это позволяет создавать высокоэффективные мехатронные комплексы для нефтяной промышленности и энергетики.

**Способы оптимизации добычи нефти с помощью УЭЦН с частотно-регулируемым ПЭД**

За последние десятилетия появился ряд патентов, посвященных интенсификации добычи нефти за счет оптимизации работы УЭЦН с ЧР ЭД в разных режимах работы.

Например, проблемой малодебитных скважин является снижение динамического уровня в скважине при превышении производительности УЭЦН. Это вынуждает использовать электроцентробежные насосы (ЭЦН) малой производительности, которые имеют небольшой КПД. Известен способ регулирования производительности скважины путем периодического включения и отключения УЭЦН [2]. Недостатком такого способа является то, что при отключении ЭЦН прерывается подача скважинной жидкости (СКЖ) к наземному оборудованию. Время отключения ЭЦН может достигать 15 и более часов, что отрицательно сказывается на работе оборудования, особенно в зимнее время. Отсутствие отбора СКЖ из скважины приводит к повышению динамического уровня, что отрицательно сказывается на нефтяном пласте. Задача заключается в том, чтобы регулировать производительность УЭЦН для поддержания заданного динамического уровня, при котором обеспечивается непрерывная подача СКЖ без снижения КПД УЭЦН.

Данная задача в патенте РФ № 2287670 [3] для повышения КПД УЭЦН, долговечности наземного оборудования, увеличения межремонтного периода для ЭЦН и ПЭД и увеличения нефтеотдачи решается путем периодического включения/отключения ЭЦН, но при этом часть пластовой жидкости подают к наземному оборудованию, а оставшуюся часть накапливают в гидравлическом аккумуляторе. Для вывода скважин, оборудованных УЭЦН, на стационарный режим работы после проведения подземного ремонта используется способ, основанный на периодическом отключении ПЭД при заданном значении давления на приеме ЭЦН и последующем его запуске по истечении установленной для данной скважины технологической паузы [3]. Недостатками данного способа являются: сложность определения времени, в течение которого происходит накопление СКЖ из пласта, что не обеспечивает эффективного режима освоения и эксплуатации скважины; малая надежность, т.к. большое количество циклов отключения/запуска приводит к старению изоляции обмотки статора.

Известен способ [4] эксплуатации скважины с УЭЦН и ЧР ЭП, основанный на регулировании скорости притока СКЖ из пласта путем периодического повторения циклов, каждый из которых состоит из последовательно осуществляемых запусков ЭЦН при увеличивающейся частоте питающего напряжения, подачи СКЖ в НКТ при повышенной по сравнению с номинальным значением частоты после достижения заданной величины давления в НКТ с последующим отключением ЭЦН и сливом СКЖ из НКТ через ЭЦН в скважину [4]. Недостатками способа в дополнение к предыдущим являются: малая надежность из-за многократных запусков ЭЦН, т.к. пусковой ток ПЭД в 4–5 раз превышает номинальный; сложная конструкция из-за наличия термоманометрической системы, устанавливаемой под ПЭД, что увеличивает стоимость способа эксплуатации скважины.

Известен способ эксплуатации скважины [5], в целом повторяющий способ [4], но регулирование идет по замеру динамического уровня в скважине, его сравнению с требуемым значением, полученным по результатам предыдущего освоения данной скважины, и расчета частоты питающего напряжения для следующего цикла, причем расчет повторяют до полного совмещения гидравлических характеристик ЭЦН и пласта. Дополнительными недостатками являются: сложности замера динамического уровня в работающей скважине, измерительные погружные блоки с микросхемами имеют температурный диапазон < 90 °С, в то время как СКЖ некоторых скважин достигает 150 °С.

В [6] для интенсификации нефтедобычи предложен способ управления добычей контролем геолого-технических параметров с погружных датчиков при воздействии на пласт для увеличения притока флюида. В качестве таких параметров выбирают наиболее значимые для увеличения притока: давление, температуру, влажность и плотность СКЖ. Их фиксируют в динамике в зависимости от частоты ПЭД и настраивают на поддержание оптимальных значений. Недостатком способа является то, что ЭЦН своими колебаниями вносит погрешность в показания датчиков, загромождающих к тому же участок перфорации; настраивание скважины на максимальный приток из пласта, не совпадающий с оптимальным притоком по геологическим условиям пласта приведет к всасыванию СКЖ из динамического уровня и к его аварийной

остановке. Способ сложен из-за большого числа контролируемых параметров и недостаточно надежен на высокотемпературных пластах из-за микросхем датчиков. Систематическую, но не постоянную и потому трудно учитываемую ошибку контроля параметров вносит отсутствие дегазации СКЖ.

Данные недостатки частично устраняются в патенте РФ [7]. Решаемая задача и ожидаемый результат заключаются в повышении эффективности скважины за счет регулирования подачи $Q$ насоса начиная с минимальной подачи, в зависимости от величины текущей обводненности, контролируемой на поверхности; при упрощении и повышении достоверности способа за счет контроля единственного параметра – дегазированной добываемой жидкости на поверхности. Способ исключает всасывание СКЖ из динамического уровня насоса и, соответственно, его аварийную остановку, надежен на высокотемпературных пластах. Запуск спущенного на НКТ ЭЦН производят на минимальной частоте питающего напряжения и измеряют начальную обводненность $W_o$ СКЖ на поверхности, увеличивают частоту и измеряют текущую обводненность $W$, сравнивают ее с предыдущим замером, и если $W \geq W_o$, то продолжают увеличение частоты, пока $W$ не станет $W \leq W_o$. В этом случае начинают уменьшать частоту, пока не станет $W \geq W_o$, и эти условия $Q$ и мощности считают оптимальными. Кроме того, в некоторых случаях определяют диапазон изменения $Q$ ЭЦН, в котором $W = W_o$, который контролируют периодически. Эксплуатация ЭЦН на оптимальной глубине также позволяет оптимизировать $Q$, т.к. УЭЦН при этом функционирует в установившемся режиме и не требует частых запусков. Запуск на минимальной $Q$ минимизирует стартовые нагрузки. В скважине выше приема ЭЦН скапливается обезвоженная нефть, поэтому уменьшение $W$ по сравнению с $W_o$ свидетельствует о том, что начинается откачка из столба выше приема ЭЦН, т.е. уменьшение высоты динамического уровня. Это приводит к снижению надежности эксплуатации ЭЦН и аварийной остановке. Поэтому увеличение $Q$ до уровня $W \leq W_o$ позволяет повысить надежность. Недостатком такого способа, на наш взгляд, является пренебрежение таким параметром, как газонасыщенность СКЖ. Кроме того, значение $W_o$ не обязательно свидетельствует об оптимальных $W_o$, $Q$ и мощности ЭЦН, носит случайный характер и возможно, что $W_o \sim 0$ или наоборот, происходит прорыв пластовой воды и СКЖ имеет $W_o \sim 100$. В этом случае описанная технологическая процедура становится абсурдной.

В наиболее подробно описанном и охватывающем все ситуации (26 пунктов формулы изобретения) патенте РФ [8] повышение эффективности добычи обеспечивается своевременным исключением потенциальных проблем, негативно влияющих на добычу. Сущность изобретения: на поверхности и в стволе скважины отслеживают: давление, температуру, вязкость СКЖ, скорость потока, давление и температуру во всасывающем и нагнетательном отверстиях ЭЦН. Используют датчики, распределенные вдоль скважины, для потоковой передачи данных в реальном времени; оценивают данные по модели оптимизации; регулируют работу механизмов искусственного подъема на основе автоматической оценки данных и их трендов. Работа патента иллюстрируется рисунками: на рис. 1 – вертикальный разрез ЭЦН; на рис. 2 – алгоритм системы получения данных; на рис. 3 – графическое представление вычислений в насосе, на рис. 4 – схема последовательности операций, иллюстрирующая методологию диагностики потенциальных ограничений на оптимизацию добычи нефти.

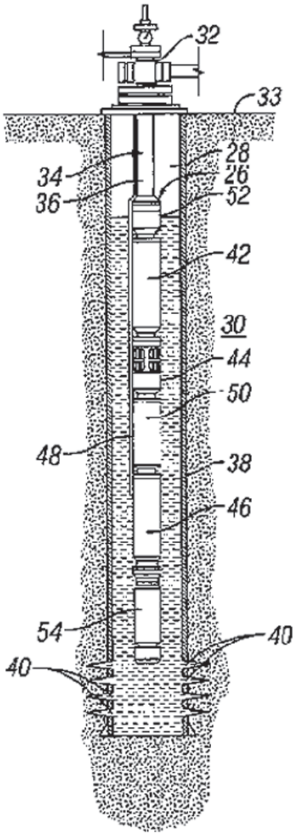



*Рис. 1. Вертикальный разрез ЭЦН*

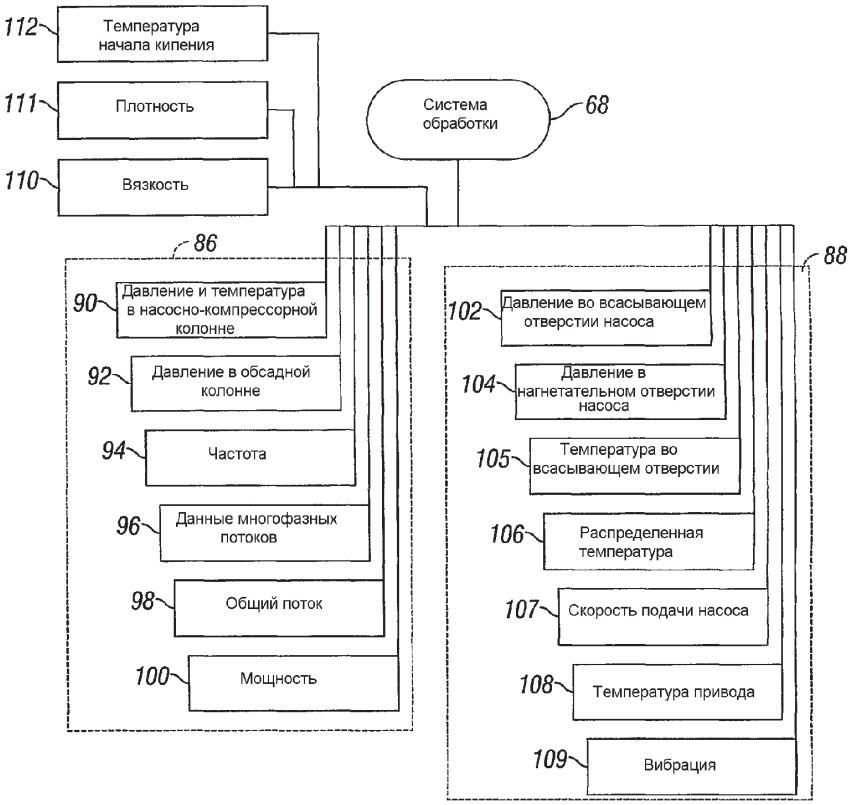



*Рис. 2. Алгоритм системы получения данных*

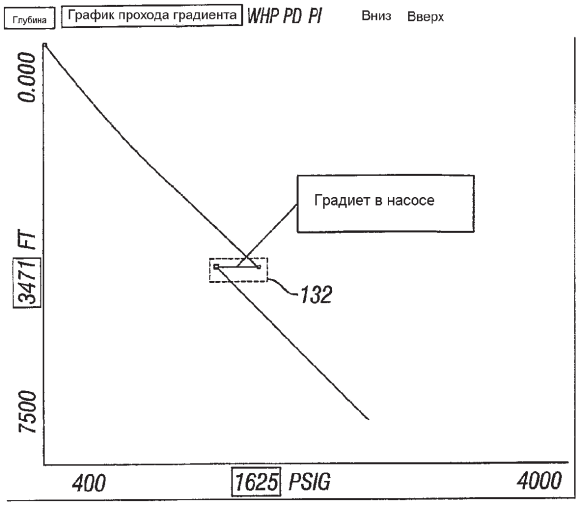



*Рис. 3. Графическое представление вычислений в насосе*

Недостатками данного патента являются: отсутствие контроля газонасыщенности, наличие множества датчиков контроля в стволе скважины, вынужденных работать при повышенных (до 150 °С) температурах, сложность системы и отсутствие сигналов обратной связи изменяющегося момента на валу ПЭД при изменениях параметров СКЖ.

В процессе добычи нефти УЭЦН имеет место изменение момента сопротивления $M_C$ нагрузки ПЭД, связанное с изменениями наполнения скважины, дебита $Q$, газонасыщенности $G$, плотности $\rho$ и вязкости $\eta$, а также концентрации воды $W$ в СКЖ. Это сказывается на нагрузке УЭЦН, на устойчивости работы и расходе электроэнергии. Чтобы отслеживать эти изменения, необходимо непрерывно регулировать режим работы УЭЦН. Процесс осложняется несоответствием характеристик УЭЦН и трубопроводной системы скважины – НКТ. Контроль $Q$, $G$, $\rho$ и $\eta$ должен быть оперативным.

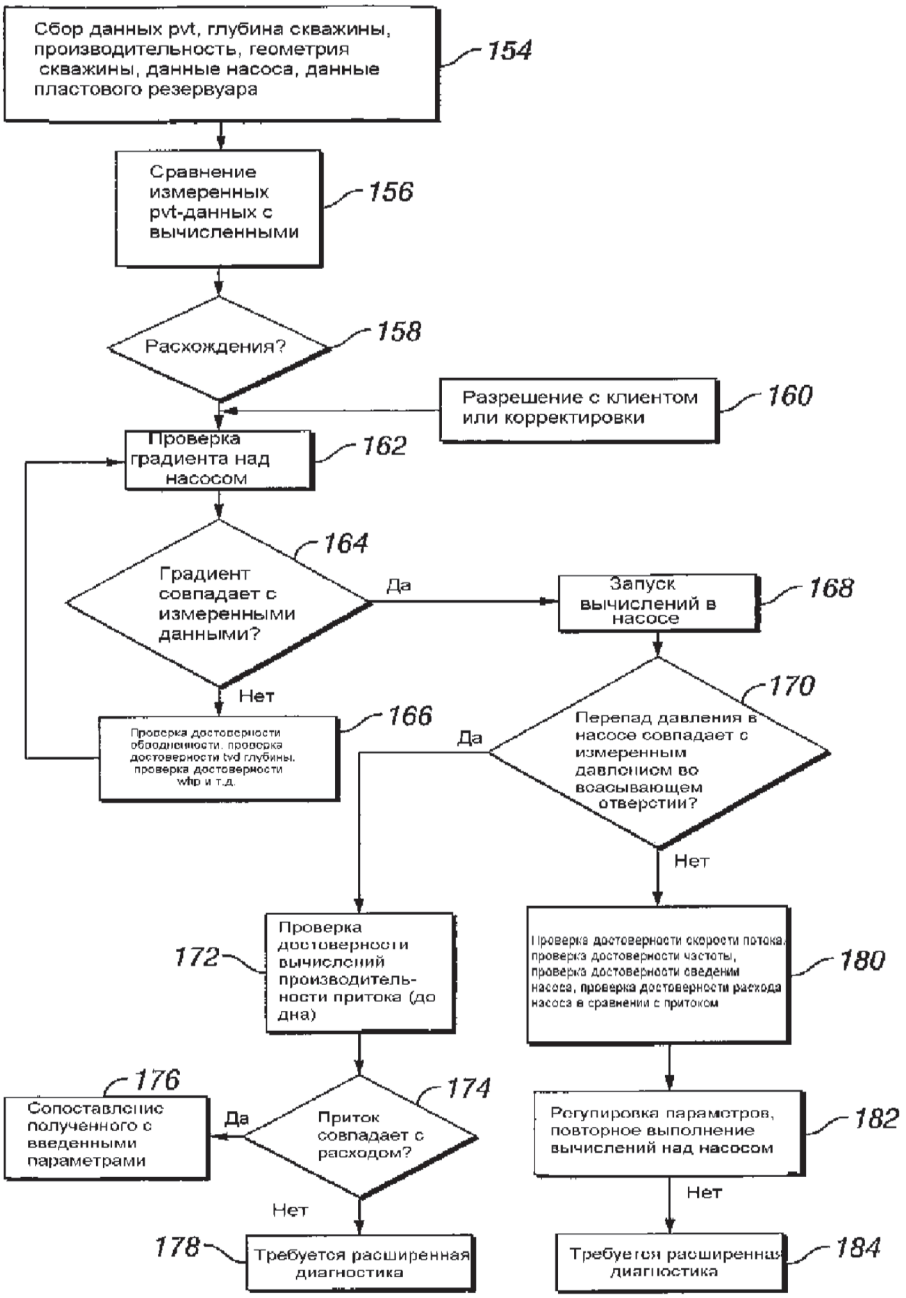



*Рис. 4. Схема последовательности операций, иллюстрирующая методологию диагностики потенциальных ограничений на оптимизацию добычи нефти*

Таким образом, анализ показывает, что способы описанные в патентах обладают недостатками: отключение УЭЦН плохо сказывается на работе оборудования и нефтяном пласте; низкая надежность, т.к. большое количество циклов отключения/запуска приводит к пробою изоляции обмотки статора, т.к. пусковой ток ПЭД в 4–5 раз превышает номинальный; сложность конструкции и наличие большого числа погружных датчиков в скважине, загромождающих участок перфорации; измерительные погружные блоки с имеют температурный диапазон < 90 °C, в то время как температура жидкости некоторых скважин достигает 150 °C и выше; УЭЦН своими колебаниями вносит погрешность; пренебрежение таким параметром, как газонасыщенность жидкости; отсутствие сигналов обратной связи изменяющегося момента на валу ПЭД при изменениях параметров жидкости.

Выход из положения может быть найден путем использования приборов и анализаторов на основе ядерного (протонного)

магнитного резонанса (ПМР), позволяющего на поверхности без пробоподготовки в автоматическом режиме на потоке в МК проводить экспресс-контроль и анализ параметров сырья и нефтепродуктов, по методикам описанным в [1]. Метод ПМР обладает многопараметричностью анализа, является взрыво- и пожаробезопасным вследствие своей неконтактности и возможности расположения датчика на безопасном расстоянии от электронного блока и оператора.

Так, с использованием [1] зависимостей плотности ρ, вязкости η, концентрации воды *W*, газового фактора *G* от времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации СКЖ, воды и нефти, параметров трубопровода и датчика, *начальных амплитуд спин-эхо в газонасыщенной СКЖ и без газа*, получены зависимости $M_C$ от этих параметров ПМР для температур СКЖ 20 °С и 50 °С. Например, для 50 °С:

$$M_C = \frac{HK_C S\left[\left(T_2^*\right)^{-1} + (t)^{-1}\right]}{wh_{\text{Н}}} + \\ + M_{C0}\left[1 - \left(A_0 - A_G\right)/A_0\right] \times \\ \times\left[1 + (896{,}7 - 18{,}557) - 130{,}8\left(T_{1\text{Н}}\right)^2\right]/65\ln \times \\ \times\left[T_{2\text{в}}\left(T_2^* - T_{2\text{н}}\right)100\ \%/T_2^*\left(T_{2\text{в}} - T_{2\text{н}}\right)\right] + 830],$$

где $T_{1\text{Н}}$ – время спин-решеточной релаксации нефти; $T_2^*$, $T_{2\text{в}}$, $T_{2\text{н}}$ – времена спин-спиновой релаксации СКЖ, воды и нефти; $K_C$ – коэффициент редукции трубопровода; *S* – сечение трубопровода; τ – время нахождения нефти в датчике ПМР; $A_G$ и $A_0$ – начальные амплитуды спин-эхо ПМР в газонасыщенной и обезгаженной СКЖ. По экспериментальным зависимостям напора от производительности *H = f(Q)* для нефтей с ρ = 882 кг/м$^3$ и ρ = 888 кг/м$^3$ произведен расчет параметров скважины и показано, что при изменении плотности на Δρ = 6 кг/м$^3$ для восстановления режима работы скважины соответствующему ρ = 882 кг/м$^3$, потребуется изменение скорости ЭД на Δω = Δ*P*/Δ*M* = 15 Гц.

## Заключение

Анализатор на основе ПМР позволяет на поверхности в автоматическом режиме на потоке в мехатронном комплексе проводить экспресс-контроль параметров СКЖ. Метод ПМР обладает многопараметричностью анализа, а анализатор является взрыво- и пожаробезопасным вследствие своей неконтактности и возможности расположения датчика на безопасном расстоянии от электронного блока и оператора.

## Список литературы

1. Кашаев Р.С. Аппаратура и методики ЯМР-анализа нефтяных дисперсных систем // Lambert Academic Publishing. Saarbruchen. – 2012. – 91 с.

2. Международный транслятор «Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти» МФ «Технонефтегаз». – М., 1999. – С. 485–490.

3. Пат. 2287670, Российская Федерация МПК E21B43/12. Способ регулирования электроцентробежного насоса и устройство для его осуществления / Сагаловский В.И., Сагаловский А.В., Говберг А.С., Гмызина О.Н., Шкаль Д.А. Заявитель и патентообладатель Центр нефтедобывающего оборудования; опубл. 20.11.2006, Бюл. № 32. – 7 с.

4. Пат. 2057907, Российская Федерация МПК E21B 43/00. Способ эксплуатации малодебитных скважин электронасосами с ЧР приводом / Ханжин В.Г. 14.04.1996.

5. Пат. 2181829, Российская Федерация МПК E21B 43/00, F04D 13/10 Способ вывода скважин с УЭЦН и ЧР приводом на стационарный режим работы / Люстрицкий В.М., Шмидт С.А. Заявитель и патентообладатель Самарский ГТУ; опубл. 27.04.2002, Бюл. № 12.

6. Пат. 2188934, Российская Федерация МПК E21B43/06. Способ интенсификации добычи нефти и газа / Пасечник М.П., Молчанов Е.П., Коряков А.С. Заявитель и патентообладатель ОАО «СибнефтьНоябрьскнефтегазгеофизика»; опубл. 11.09.2002, Бюл. № 25.

7. Пат. 2421605, Российская Федерация МПК E21B43/12. Способ эксплуатации скважины, оборудованной УЭЦН с частотно регулируемым приводом от 19.02.2010 / Латыпов А.Р., Шаякберов В.Ф., Исмагилов Р.Р., Латыпов И.А., Шаякберов Э.В. Заявитель и патентообладатель ООО «РН-УфаНИПИнефть»; опубл. 20.06.2010, Бюл. № 17.

8. Пат. 2366804, Российская Федерация МПК E21B43/12 от 21.12.2004. Система и способ оптимизации добычи в скважине с искусственным подъемом / Кадмор Д.Р.(GB), Хаскелл Д.Б. (GB), Миранда Ф.К. (GB). Заявитель и патентообладатель Шлюмберже технолоджи Б.В. (NL); опубл. 10.09.2009, PCT W/O № 2005/085590 20050915.

УДК 004.42

# ИЗОМОРФНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Костюк А.И.**

*ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, e-mail: aikostyuk@sfedu.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию проблемы идентификации изображений. В данной работе предлагается изоморфно-статистический метод идентификации, который обладает свойством изоморфизма по отношению к поворотам распознаваемого изображения, что позволит снизить требования к предварительной обработке изображений. Предложенный метод идентификации изображений основан на представлении изображения в качестве двумерной интерпретации одномерного случайного процесса. Это также оценивание различных моментов, характеризующих обрабатываемое изображение, причем оценивание указанных моментов может производиться как непосредственно по имеющейся реализации изображения, так и с помощью предварительно полученной гистограммы. Были поставлены эксперименты над простыми фигурами, представленными бинарными изображениями, в результате которых были определены их числовые характеристики, необходимые для анализа геометрических особенностей с целью однозначной идентификации сравниваемых изображений.

**Ключевые слова: идентификация изображений, изоморфно-статистическая идентификация, числовые характеристики изображений, геометрические примитивы, распознавание образов**

# ISOMORPHO-PROBABILISTIC IDENTIFICATION OF IMAGES

**Kostyuk A.I.**

*Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: aikostyuk@sfedu.ru*

This article is devoted to the study of the problem of image identification. In this paper we propose an isomorphic-statistical identification method that has the property of isomorphism with respect to rotations of the recognized image, which will reduce the requirements for preliminary image processing. The proposed method of image identification is based on image representation as a two-dimensional interpretation of a one-dimensional random process. This is also an assessment of the various moments that characterize the image being processed, and the evaluation of these moments can be performed either directly from the available image realization, or by using a previously obtained histogram. Experiments were carried out on simple figures represented by binary images, as a result of which their numerical characteristics necessary for the analysis of geometric features were identified to uniquely identify the compared images.

**Keywords: identification of images, isomorphic-probabilistic identification, numerical characteristics of images, geometric primitives, pattern recognition**

В настоящее время известны как статистические, так и детерминированные методы идентификации изображений [1–3]. К недостаткам существующих детерминированных методик распознавания изображений можно отнести следующие:

- необходимость большого объема вычислений сравниваемых характеристик каждого из хранимых изображений с идентифицируемым;
- низкое быстродействие процесса идентификации изображений;
- недостаточно высокая помехозащищенность.

Как правило, использование детерминированной модели приводит к более простым техническим решениям. Однако детерминированная модель является частным случаем статистической, поэтому построение теории на основе статистической модели вполне оправдано [1].

## Цель исследования

Необходимость статистической модели распознавания диктуется следующими условиями:

- большинство идентифицируемых объектов характеризуется случайной природой, например фотографии, написание рукописных букв и т.д.;
- идентификация происходит, как правило, в условиях помех, например нечеткость изображения, случайные вкрапления на фотографии;
- вероятностная идентификация позволяет проводить распознавание при наличии ошибок и позволяет оценить их количественно.

При этом предполагается наличие априорных сведений об идентифицируемых объектах. В противном случае можно говорить только о различении объектов или явлений по одному или нескольким признакам. Изучение общих свойств объектов необходимо для получения априорных сведений, необходимых при идентификации.

В случае имеющихся статистических методов идентификации недостатком является конечное количество распознаваемых классов (например, распознавание букв только определенного заданного алфавита), необходимость априорного задания вероятностей идентифицируемых классов и их

признаков (например, заранее известная частота появления определенной буквы в тексте) [2, 3].

Таким образом, применение существующих статистических методов идентификации нецелесообразно, что и предопределяет необходимость разработки такого метода, который был бы свободен от указанных недостатков.

## Материалы и методы исследования

Особенностью предлагаемого метода идентификации изображений является то, что идентифицируемые изображения интерпретируются как случайные процессы двух переменных. Таким образом, как и в случае анализа изображений, при статистической интерпретации дискретные изображения рассматриваются как реализации случайного поля, которому присущи те или иные вероятностные характеристики. В первую очередь это совместный двумерный закон распределения вероятностей, который позволяет теоретически рассчитывать корреляционные функции изображения [1].

Предложенный метод идентификации изображений основан на представлении изображения в качестве двумерной интерпретации одномерного случайного процесса, по данным которого и производится оценивание отдельных статистических характеристик. Изображения могут рассматриваться как реализации некоторого двумерного случайного поля, свойства которого априорно обычно неизвестны.

Применительно к анализу изображения $\|A_{ij}\|$ размером $N_i \times N_j$ элементов соответствующая формула вычисления начальных моментов $m_k$ $k$-го порядка приобретает вид

$$m_k = \left(\frac{1}{\text{sum}}\right)\sum_{i,j} A_{ij}^k, \qquad (1)$$

где sum – количество обработанных пикселей исходного изображения.

Центральные моменты $u_k$ определяются выражением

$$u_k = \sum_i (x_i - m_1)^k p_i. \qquad (2)$$

Особо можно выделить такие характеристики, как

$u_2$ – центральный момент второго порядка (дисперсия); (3)

$\sigma = \sqrt{u_2}$ – среднеквадратичное отклонение; (4)

$$g_1 = u_3 / \sigma^3, \qquad (5)$$

здесь $g_1$ – коэффициент асимметрии, характеризующий «скошенность» распределения вероятностей. Для симметричного (относительно математического ожидания) распределения коэффициент асимметрии равен нулю.

$$g_2 = \left(u_4 / \sigma^4\right) - 3, \qquad (6)$$

здесь $g_2$ – коэффициент эксцесса, характеризующий «крутость» распределения.

$I$ – энтропия дискретной случайной величины, она же средняя собственная информация. Определяется известным из теории информации выражением

$$I = -\sum_i p_i \log_2 p_i, \qquad (7)$$

где $p_i$ – как и ранее, вероятность, с которой случайная величина $X$ принимает значение $x_i$.

Рассмотрим определение числовых характеристик для бинарных нормированных изображений. Нормирование происходит следующим образом:

- производится центрирование изображения;
- изображение масштабируется таким образом, чтобы полностью заполнять окно анализа, причем коэффициенты масштабирования по осям одинаковы;
- выделяются контуры изображения;
- производится операция бинаризации полученного результата.

Как видно из формулы (1), для нормированных изображений в силу того, что значения $X$ принимают только значения 0 либо 1, начальные моменты будут равны между собой, т.е. мы имеем

$$m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = m,$$

где

$$m = \left(\frac{1}{\text{sum}}\right)\sum_i x_i p_i. \qquad (8)$$

Используя выражения (1), (2) и (8), преобразуем формулы расчетов центральных моментов:

$$u_k = \sum_i (x_i - m_1)^k p_i = \sum_i (x_i - m)^k p_i. \qquad (9)$$

Тогда применяя (3)–(7), окончательно получим следующий набор числовых характеристик изображения (10):

$m = \left(\frac{1}{\text{sum}}\right)\sum_i x_i p_i$ – начальные моменты;

$u_i = \sum_i (x_i - m)^k p_i$ – центральные моменты;

$u_2 = \sum_i (x_i - m)^2 p_i$ – дисперсия;

$\sigma = \sqrt{u_2}$ – среднеквадратичное отклонение;

$g_1 = \frac{u_3}{\sigma^3}$ – асимметрия;

$g_2 = \left(\frac{u_4}{\sigma^4}\right) - 3$ – эксцесс;

$I = -\sum_i p_i \log_2 p_i$ – энтропия;

$D = 1 - I / I_0$ – избыточность.

Рассмотрим числовые вероятностные характеристики для следующих геометрических фигур при условии равновероятного распределения:

| | |
|---|---|
| 011 (A) | 110 (B) |
| 001 | 100 |
| 111 | 111 |

В тех случаях, когда значения $x_i$ могут принимать с равной вероятностью только лишь одно из двух равновероятных значений (0 либо 1), т.е. когда значения дискретных случайных величин $X$ не зависят от предыстории, имеем $P_i = P = 0{,}5$.

Как видно, фигура (B) представляет собой повернутый на 90 градусов вариант фигуры (A). При этом получим следующие значения начальных моментов первого порядка:

$$m_{1A} = 1/9*(0*0.5 + 0*0.5 + 1*0.5 + 0*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5) = 3/9 = 0.3.$$

$$m_{1B} = 1/9*(1*0.5 + 0*0.5 + 0*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5 + 0*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5 + 1*0.5) = 3/9 = 0.3.$$

Для центральных моментов первого порядка:

$$u_{1A} = ((0 – 0.3)*0.5 + (0 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (0 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5) = 1.65.$$

$$u_{1B} = ((1 – 0.3)*0.5 + (0 – 0.3)*0.5 + (0 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (0 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5 + (1 – 0.3)*0.5) = 1.65.$$

Совершенно очевидно, что, вычисляя аналогичным образом, получаем равенство как начальных, так и центральных моментов и энтропии для данных типов изображений:

$m_{iA} = m_{iB}$ (начальные моменты);

$u_{iA} = u_{iB}$ (центральные моменты);

$g_{1A} = g_{1B}$ (асимметрия);

$g_{2A} = g_{2B}$ (эксцесс);

$\sigma_A = \sigma_B$ (дисперсия).

Легко проверить, что при условии зависимого распределения вероятностей получаются аналогичные тождества.

Таким образом, показано, что числовые характеристики при условии нормирования изображения изоморфны к масштабированию и повороту.

Рассмотрим характеристики следующих бинарных изображений.

Для каждого из изображений, приведенных на рис. 1, найдем их числовые характеристики, сведя их в табл. 1.

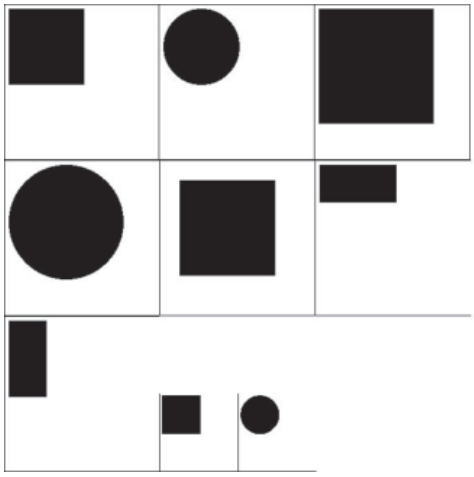


*Рис. 1. Бинарные изображения для экспериментальной оценки*

## Результаты исследования и их обсуждение

Как видно, числовые вероятностные характеристики изображений обладают следующими свойствами:

– числовые характеристики различны для разных геометрических фигур;

– характеристики идентичны и в случае разномасштабных изображений с одинаковой геометрией;

– характеристики идентичны также в том случае, если сравниваемые одинаковые изображения имеют различную ориентацию, вызванную поворотом либо зеркальным отражением;

– характеристики различны в случае сдвига изображений в анализируемом поле;

– среднеквадратичное отклонение может быть одинаково для фигур, имеющих одинаковую площадь;

– коэффициенты асимметрии и эксцесса могут быть равными по модулю, но различными по знаку для отличающихся геометрий.

Очевидно, что любое изображение можно рассматривать как совокупность простейших графических примитивов.

Таким образом, для анализа геометрических особенностей с целью однозначной идентификации сравниваемых изображений необходимо и достаточно одновременное использование коэффициентов среднего значения, среднеквадратичного отклонения, асимметрии и эксцесса, разбивая исходное изображение на составляющие его компоненты.

Как видно из (10), рассматривая изображения как нормально распределенный зависимый случайный процесс, велика вычислительная сложность определения числовых характеристик, так как в общем случае значения вероятностей дискретных случайных величин необходимо определять по формуле Бернулли.

**Таблица 1**

| Изображение | Среднее | СКО | Асимметрия | Эксцесс |
|---|---|---|---|---|
| 01 | 191,5050 | 110,2706 | –1,1609 | –0,6524 |
| 02 | 207,9780 | 98,8916 | –1,6276 | 0,6491 |
| 03 | 111,8175 | 126,5319 | 0,2479 | –1,9386 |
| 04 | 142,4685 | 126,6183 | –0,2364 | –1,9441 |
| 05 | 155,0655 | 124,4845 | –0,4429 | –1,8039 |
| 06 | 227,0010 | 79,7233 | –2,4962 | 4,2308 |
| 07 | 227,0010 | 79,7233 | –2,4962 | 4,2308 |
| 08 | 196,3755 | 107,2959 | –1,2838 | –0,3518 |
| 09 | 209,8650 | 97,3255 | –1,6926 | 0,8648я |

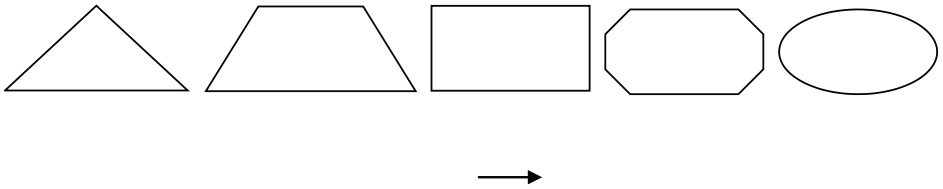


*Рис. 2. Графические примитивы*

**Таблица 2**

| Изображение | Среднее | СКО | Асимметрия | Эксцесс |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 256,275 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 254,898 | 5,099 | –49,97 | 2495,0004 |
| 3 | 250,41 | 33,9025 | –7,2508 | 50,5739 |
| 4 | 259,4625 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 257,2185 | 0 | 0 | 0 |

Введем понятие квазивероятности P0, такой, что

$$P(x_i) = P0 \ \forall \ i \text{ и } \sum_{i=1}^{N} P0_i = 1,$$

где $N$ – количество пикселей изображения. Тогда исходное изображение можно рассматривать как нормальный равновероятный процесс. В этом случае формулы (10) преобразуются следующим образом (11):

$$m = \left(\frac{1}{N}\right)\sum_i x_i \text{ – среднее;}$$

$$u_i = \sum_i \left(x_i - m\right)^k \text{ – центральные моменты;}$$

$$u_2 = \sum_i \left(x_i - m\right)^2 \text{ – дисперсия;}$$

$$\sigma = \sqrt{u_2} \text{ – среднеквадратичное отклонение;}$$

$$g_1 = \frac{u_3}{\sigma^3} \text{ – асимметрия;}$$

$$g_2 = \left(\frac{u_4}{\sigma^4}\right) - 3 \text{ – эксцесс.}$$

Рассмотрим граничные условия, при которых можно определить погрешность идентификации изображений. Для этого определим ряд графических примитивов, представляющих собой бинарные нормированные геометрические фигуры с целью их взаимной трансформации и определения той величины искажений, при которых идентификация является возможной.

Как видно из табл. 2, идентификация и в этом случае происходит аналогичным образом.

Введем метрику различия одного изображения от другого. В качестве метрики зададим следующую функцию:

$$M = (g1_a - g1_b)^2 + (g2_a - g2_b)^2 + \\ + (\sigma_a - \sigma_b)^2 + (m_a - m_b)^2,$$

где a и b – идентифицируемые изображения.

Как легко можно видеть, использование формулы (11) для изображений табл. 2 дает достаточную оценку близости сравниваемых фигур. При этом минимальная метрика (равная $M = 0{,}89$), при которой идентификация еще возможна, получается при использовании фигур 1 и 5. Если теперь подсчитать среднеквадратичное отклонение для яркостей пикселей данных фигур, то получим значение ~10 %.

## Заключение

Таким образом, как показано выше, возможна идентификация изображений по предлагаемому методу в том случае, если среднеквадратичное отклонение между изображениями не превышает 10 %. Данный метод распознавания может быть использован в таких областях, как Smart House [4], системы поддержки управленческих решений [5, 6] и др.

## Список литературы

1. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – М.: URSS, 2011. – 256 с.

2. Мерков А.Б. Распознавание образов. Построение и обучение вероятностных моделей. – М.: URSS, 2014. – 240 с.

3. Визильтер Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, А.В. Бондаренко, М.В. Ососков, А.В. Моржин. – М.: Физматкнига, 2010. – 689 с.

4. Костюк А.И., Поленов М.Ю., Лукьянов В.А., Мунтян Е.Р. Модель централизованного управления в системе Smart House с использованием гипервизора // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 7 (156). – С. 170–177.

5. Мунтян Е.Р., Поленов М.Ю., Костюк А.И. О подходе к модернизации программной системы поддержки управленческих решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 3 (164). – С. 54–62.

6. Мунтян Е.Р., Поленов М.Ю., Костюк А.И. Автоматизированная программная среда поддержки управленческих решений // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 6 (155). – С. 101–108.

УДК 004.01/.91

# СТРУКТУРА ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Кочеткова Л.И., Сенкевич Л.Б.**

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: general@tsogu.ru*

Настоящая статья посвящена разработке структуры плана управления проектом в области разработки программного обеспечения. Реализация проекта разработки программного обеспечения зависит от множества факторов, например от выбранной модели жизненного цикла разрабатываемого продукта, методов реализации процессов управления, таких как управление временем и стоимостью. Приведенные факторы затрудняют эффективное планирование, управление, а также успешное завершение проектов в условиях ограничения времени и стоимости. Вследствие этого возникает необходимость исследовать моделирование процесса управления проектом разработки программного обеспечения, путем описания моделей жизненного цикла и концепции управления, разработки новых моделей оценки времени и стоимости, применения теории подобия в качестве аппарата аналогового моделирования, создания новой системы управления проектом в области разработки программного обеспечения.

**Ключевые слова: план управления проектом, программное обеспечение, IT-проект, жизненный цикл, моделирование, система**

# THE STRUCTURE OF THE PROJECT MANAGEMENT PLAN IN THE FIELD OF SOFTWARE DEVELOPMENT

**Kochetkova L.I., Senkevich L.B.**

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Industrial University of Tyumen, Tyumen, e-mail: general@tsogu.ru*

This article is devoted to the development of the structure of the project management plan in the field of software development. The project implementation development of software depends on many factors, including the chosen model development life-cycle of the product, methods of implementing management processes, such as time management and cost. These factors hamper the effective planning, management and successful completion of projects under time constraints and cost. As a result, there is a need to explore the modeling of project management process software development, by describing models of the life cycle and management concept, the development of new models for assessing time and cost, application of similarity theory in an apparatus of analog modeling, creating a new system of project management in the field of software development.

**Keywords: management plan project, software, IT-project, lifecycle, modeling, system**

Сфера разработки программного обеспечения (ПО) – одна из самых активно развивающихся в настоящее время. В области разработки программного обеспечения на данный момент задействовано около 19 миллионов инженеров.

Результативное и успешное управление проектами разработки программного обеспечения обусловлено качеством и эффективной организацией работ в условиях ограничения стоимости и времени.

Согласно открытым данным исследований группы Standish Group в 2016 г., из 50 тысяч изученных программных проектов по всему миру, по причине неэффективного управления 19% оказались провальными, 52% спорными, что потребовало дополнительных вложений финансов и затрат времени и только 29% проектов оказались успешными. По данным этого же исследования, бюджет проектов превышается на 179%, а затраченное время на 202% превышает изначально рассчитанное. Наряду с этим, реализуется в среднем всего 68% объявленной в спецификации функциональности. Результаты исследования графически показаны на рис. 1.

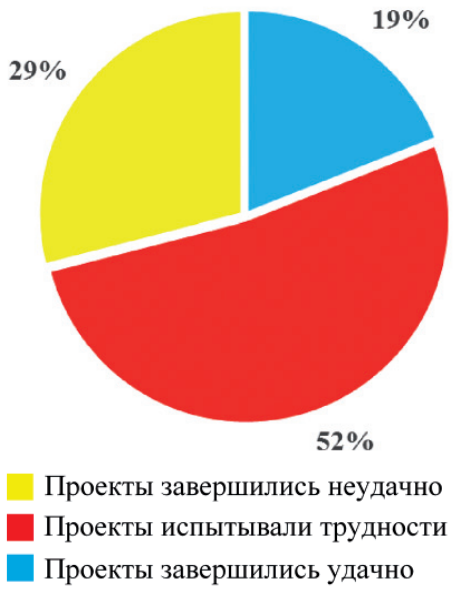



*Рис. 1. Диаграмма результатов данных исследований Standish Group*

Вышеописанная ситуация объясняется тем, что разработка программного обеспечения является концептуально сложной деятельностью. Вместе с тем за последние 10 лет разработаны множество новых моделей управления разработкой программного обеспечения, которые допускают повышение эффективности управления, несмотря на невозможность значительного прорыва в области управления программными проектами.

Существующие системы управления ресурсами рассчитаны на контролирование проектами на стадии их реализации и применяются изначально для разрешения таких необходимых задач, как [5]:

– представление общих норм проекта;

– представление логической организации работ, многоуровневого описания проекта;

– установление объединенного организационного состава исполнителей, имеющихся средств и перечня материалов;

– подготовка плана проекта, представленного в виде перечисления совокупности работ, связанных без учета ограниченности средств;

– регулирование плана проекта с учетом ограниченности средств;

– установление кризисного плана и запаса времени исполнения работ проекта;

– установление требований к проекту в финансировании, ресурсах и техническом обеспечении;

– подготовка плана разделения во времени загрузки восстановляемых ресурсов;

– оценка вероятности рисков и проектирование расписания с учетом рисков;

– извлечение, подборка и обобщение работ по срокам, средствам, видам и т.д.;

– введение фактических показателей состояния решения поставленных задач, объемов выполненных работ и применения средств;

– оценка несоответствия в порядке выполнения работ от поставленного плана и прогнозирование основных норм проекта в будущем;

– наглядное изображение хода выполнения работ проекта в виде схем, диаграмм и т.д., предоставление отчетов, необходимых для прогнозирования, планирования и проверки;

– объединение системы управления проектами в корпоративные управленческие системы.

Выбор необходимой системы управления обуславливается такими критериями, как [6]:

– объемом и затруднительностью проекта (объем работ, средств, времени, календарей);

– необходимый объем организованных порядков работ;

– обязательность объединенной работы над проектами и потенциал обмена информацией через Internet;

– потребность ввода и вывода данных из других систем и баз данных;

– потребность исполнения расчетов по формулам, заданным пользователем;

– потребность планирования средств между несколькими проектами, учитывая приоритет проекта;

– простота овладения и практичность графического интерфейса;

– наиболее допустимая цена программы;

– условия заказчиков и руководителей по составлению промежуточных результатов реализации проекта;

– единые правила компании по реализации специальных программных средств.

По причине общераспространенности проектов разработки ПО формируется задача обладать знаниями по их управлению. Тем не менее исследования, проведенные за последнее время, были нацелены на описание существующих моделей и определенные случаи их использование. Таким образом, в существующих системах управления проектами остаются неизученными вопросы методов управления и жизненного цикла, которые являются основополагающими для эффективного управления проектами разработки ПО. Неизученные методы реализации процессов управления, в частности управления стоимостью и временем, также мешают эффективно планировать, управлять и успешно завершать проекты в заданных условиях ограничения времени и стоимости.

Вследствие этого возникает необходимость решения научной задачи – моделирования процесса управления проектом разработки ПО, посредством описания моделей жизненного цикла и концепции управления, новых моделей оценки времени и стоимости, новой системы управления.

На первых стадиях управления проектом разработки программного обеспечения необходимо описать цели и рамки проекта, а также взаимосвязь данного проекта с другими, если такие существуют. Указываются запросы заказчика, на удовлетворение которых направлен проект, а также описание целей проекта, программного продукта, который должен быть разработан, чтобы достичь целей проекта. Также указывается, каким образом данный проект будет интегрироваться с другими проектами или процессами [7]. На этом этапе указывается выбранная модель жизненного цикла проекта,

перечисляются все важные фазы проекта, их взаимосвязи, зависимости и последовательность выполнения. Проекты по разработке программного обеспечения обычно используют 2 модели: водопадная и инкрементная модели.

Водопадная модель используется для проектов с хорошо определенными требованиями заказчика. Вся функциональность, которую необходимо реализовать на проекте, определяется в начале проекта на фазе Разработки требований. Выходные данные из этой стадии являются входными для других стадий [3]. Проект имеет следующую последовательность фаз, представленных на рис. 2.

Фаза «Разработка требований» включает сбор требований заказчика и их формализацию. Требования – основа для всего проекта.

На фазе «Проектирование» проектная команда разрабатывает документы дизайнов в соответствии с требованиями.

На фазе «Разработка» проектная команда производит продукт в соответствии с документами дизайнов.

На фазе «Верификация» продукт проходит верификацию и приёмку, для того чтобы убедиться, что требования реализованы корректно и продукт удовлетворяет требованиям заказчика.

После стадии «Верификация» проект переходит в фазу «Ввод в эксплуатацию». На данной фазе продукт должен быть развернут для эксплуатации и быть принят заказчиком [8].

Инкрементная модель используется для проектов с недостаточными требованиями заказчика – требования определяются итеративно в течение всего процесса разработки продукта. Проект имеет следующую последовательность фаз, представленных на рис. 3.

Инкрементальная модель применима на проектах с плохо определёнными или не до конца определенными требованиями. Разработка производится итерациями (2–4-недельными циклами). Требования на итерацию оговариваются с заказчиком до старта итерации. Итерация планируется в соответствии с объёмом требований на итерацию, и каждая итерация включает проектирование, разработку и верификацию. Результаты первой итерации используются для уточнения требований на следующую итерацию. Итерации продолжаются, пока не достигнуты

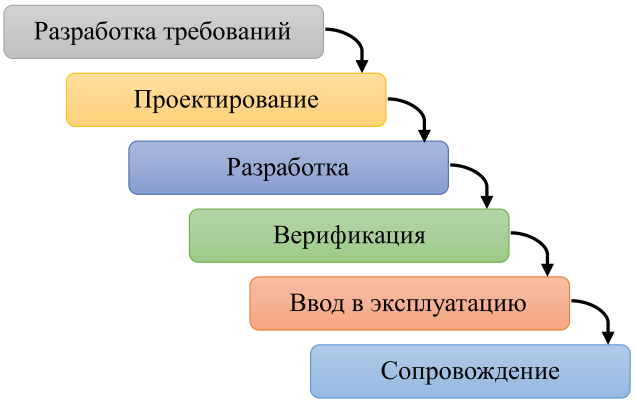



*Рис. 2. Последовательность фаз в водопадной модели*

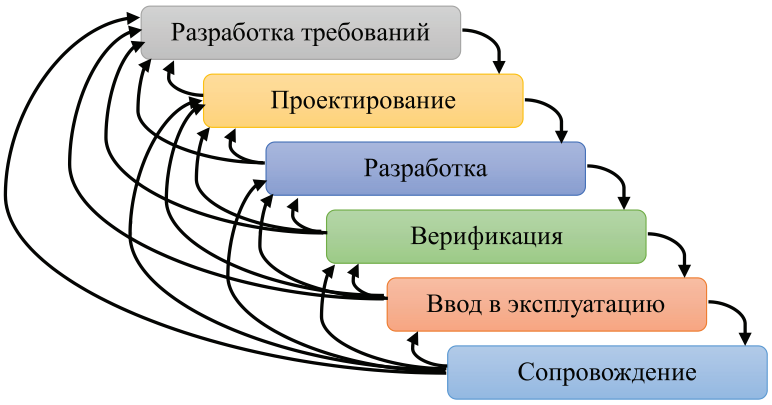



*Рис. 3. Последовательность фаз в инкрементной модели*

цели проекта, определенные в документе требований. Последняя версия построения продукта проходит полную проверку перед вводом в эксплуатацию [4].

Очевидно, что создаваемые программные продукты принадлежат к различным классам, обобщить опыт их создания предполагается внутри класса или в рамках отдельных групп. Разграничение на классы и группы, в рамках которых предполагается обобщение, допустит более точно совершить моделирование на ранних этапах реализации новых проектов, аналогичных предыдущим.

В качестве наиболее надежного и совершенного на практике аппарата аналогового моделирования предлагается применить теорию подобия [1].

Концепция теории подобия основывается на том, что в пределах класса явлений или процессов выделяются группы, в которых предполагается обобщение данных единичного опыта.

Под понятием единичный опыт, при разработке программных продуктов, предполагается:

– создание одной (первой) версии программного продукта группой разработчиков;

– создание аналогичной системы другой группой разработчиков;

– создание показательного прототипа системы.

Универсализация опыта разработки программного продукта допускает произвести оценку трудозатрат, стоимости и времени выполнения аналогичного проекта (реализовать подобный программный продукт).

Для использования аналогового моделирования программных проектов требуется установить:

– процессы, которые будут входить в класс;

– процессы, которые будут входить в группы (определить множество условий, определяющее подобие процессов реализации программных проектов) [1].

Параметры проекта и продукта определяют класс реализации проекта, соответственно:

– методом разработки (быстрая разработка, разработка по водопадной, спиральной, инкрементной, открытой и т.д. модели);

– типом разрабатываемого продукта (система обработки транзакций, система поддержки принятия решений, среда разработки, офисное приложение, учетное приложение и т.д.) [2].

Организация групп подобных программных проектов внутри класса определяется условиями подобия.

Процессы реализации программных проектов при детальном сравнении с физическими процессами и явлениями имеют следующие сходные признаки:

– необходимый временной характер (программный продукт и физическое явление происходят во времени, причем внутри конечного, определенного промежутка времени);

– наличие логики, определяющей связанность параметров процессов друг с другом и со временем (физические явления имитируются посредством соотношения физических параметров, в программных проектах имитируется соотношение параметров друг с другом, например, от размера продукта и времени на его разработку продукта);

– вероятность установления системы в завершающей стадии, в которой процесс реализуется не на знании ее предыстории, а на знании исходного состояния (для физических процессов – универсальные соотношения выражаются в общем виде в дифференциальной форме; для программных проектов, как правило, предыстория системы отсутствует) [1].

По приведенным выше сходным характеристикам можно сделать вывод о том, что теория подобия исследует один класс систем (класс временных, статических и функциональных систем. Системы с физическими явлениями и системы, в которых реализуются программные проекты, подходят под понятие этого класса, поскольку:

– существует функциональная зависимость между входными и выходными данными системы;

– входные и выходные данные системы установлены на одном и том же множестве моментов времени;

– выходные объекты системы зависят только от состояния, в котором системы получают развитие.

Вследствие этого можно сделать вывод о том, что сходность систем со стороны теории подобия устанавливает общность условий подобия, которые теория возлагает на процессы в исследуемых системах. Соответственно, как для систем с физическими явлениями, так и для программных проектов возможно применений условия подобия.

В ходе исследования было определено, что для повышения эффективности управления проектами разработки программного обеспечения требуется изучить жизненный цикл программных проектов, которая формирует перечень и порядок действий для

реализации в проекте, устанавливает позицию процессов управления в жизненном цикле, обосновать регулируемость проекта и возможность его успешного завершения наличием условий устойчивости системы управления, которые допустят принять решение об успешном завершении проекта еще до начала его выполнения. Сформулировано применение теории подобия, как математический аппарат изучения процессов реализации программных проектов по принципу аналогии. В дальнейшем необходимо разработать новые модели оценки времени и стоимости и реализовать эти модели в новой разработанной системе управления программными проектами. Таким образом, в рамках данного исследования будет разработана система, которая должна выполнять следующие функции:

– хранение общей информации о проекте: цели, задачи, заказчик, ключевые сроки;

– формирование календарного плана этапов проекта с указанием сроков начала и окончания каждого этапа, критериев приемки каждого этапа и ответственных;

– распределение ролей в проекте между сотрудниками фирмы-разработчика;

– формирование плана взаимодействия исполнителей и заказчиков в рамках IT-проекта;

– хранение данных о процедурах эскалации и приемки проекта;

– формирование планов оценки проекта, мониторинга и контроля, управления рисками;

– формирование технических планов проекта;

– формирование планов по поддержке программного продукта;

– контроль сроков выполнения задач;

– обеспечение возможности корректировки сроков и исполнителей по различным этапам проекта в случае незапланированной ситуации;

– формирование итогового плана управления проектом.

**Список литературы**

1. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. – М.: Изд-во ЛКИ, 2010. – 296 с.

2. Ньютон Р. Управление проектами от А до Я. – М.: Альпина Паблишер, 2013. – 192 с.

3. Определение целей, результатов и продуктов проекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pm-way.com/materials/material/show/157 (дата обращения 20.05.2017).

4. Романова М.В. Управление проектами: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 253 с.

5. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). – 4-е изд. – М.: Олимп-Бизнес, 2010. – 496 с.

6. Солдатов В.П. Управление программными проектами. – М.: Бином-Пресс, 2010. – 382 с.

7. Эрик Синк. Бизнес для программистов. – СПб.: Питер, 2008. – 256 с.

8. Яворский В.В., Сергеева А.О., Пошанов Р.Т. Подготовка специалистов в сфере информационных технологий // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 11–4. – С. 554–556.

УДК 681.786.42

# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

**Миннигазимов Р.И., Митрофанов С.С., Порохин В.В., Гнездилова М.С.**

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург, e-mail: rikos111@yandex.ru*

В работе представлена методика упрощенного расчета энергии в триангуляционных измерительных устройствах. Расчет параметров проводится с учетом влияния формы и размеров объекта исследований на работоспособность разрабатываемого устройства. Одной из задач, решаемой триангуляционными устройствами, является постоянный контроль за техническим состоянием несущих конструкций гидротехнических сооружений. Измерение смещения вертикальной струны позволяет наблюдать за состоянием гидротехнических сооружений и контролировать смещение тела плотины. Триангуляционный метод измерения расстояния от измерителя до поверхности объекта (струны) предполагает, что в оптическую схему измерителя включен сам контролируемый объект. Его характеристики (форма, характер поверхности и расположение относительно измерителя) могут существенно влиять на результаты триангуляционных измерений. Была разработана функциональная схема контрольно-измерительного устройства, предложена методика расчета энергии исходя из специфики поставленной задачи.

**Ключевые слова: триангуляция, измерительные системы, контроль положения, гидротехнические сооружения**

# DEVELOPMENT OF CALCULATION METHODOLOGY FOR TRIANGULATION MEASURING DEVICES

**Minnigazimov R.I., Mitrofanov S.S., Porokhin V.V., Gnezdilova M.S.**

*Saint-Petersburg State Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, e-mail: rikos111@yandex.ru*

The paper presents a methodology for simplified energy calculation in triangulation measuring devices. Parameters calculation taking into account the influence of the shape and size of the research object on the efficiency of the developed device. One of the tasks solved by triangulation devices is the constant monitoring of the load-bearing structures of hydroengineering structures technical condition. Displacement measurement of control points of vertical strings, allows to observe the state of hydroengineering structures and to monitor the displacement of the dam body. The triangulation method of measuring the distance from the measuring device (strings) to the surface of the object assumes that the monitored object itself is included in the optical scheme of the measuring device. Its characteristics (shape, surface character and location relative to the measure) can significantly influence on the results of triangulation measurements. A functional diagram of the control instrument was developed. A methodology for calculating energy based on the specific nature of the task was proposed.

**Keywords: triangulation, measuring systems, position control, hydraulic engineering constructions**

Лазерная триангуляция в последнее время находит все большее применение при создании прецизионных измерительных датчиков и систем для решения широкого класса задач размерного контроля в диапазоне от единиц миллиметров до метра с погрешностями от долей микрона до сотен микрон.

Одной из задач, решаемой триангуляционными датчиками, является контроль за состоянием несущих конструкций плотин гидротехнических сооружений. Так как плотины являются объектами повышенной опасности, им требуется постоянный контроль. Наблюдения за состоянием гидротехнических сооружений представляют из себя контроль смещений тела плотины, который осуществляется измерением смещения контрольных точек вертикальных отвесов. Данные отвесы закладываются в конструкцию плотины на этапе строительства.

Несмотря на большое многообразие автоматических систем для визуального контроля, в настоящее время контрольно-измерительные задачи решаются при помощи визуальных измерителей, построенных по схеме Катырева – Брехмана [1]. Недостатками датчиков, построенных по схеме Катырева – Брехмана, являются большой вес и размеры, а также ошибки снятия отсчетов оператором и, как следствие, невысокая точность. На некоторых гидротехнических сооружениях для решения задач контроля используются фотоэлектрические преобразователи перемещения. Устройства, основанные на них, являются более точными, однако их стоимость высока.

Исходя из всего вышесказанного, вытекает необходимость создания мобильной контрольно-измерительной системы, с высокой точностью работы, с малыми габаритами, с возможностью обеспечить измерения в двух плоскостях, а также устройство должно быть простым в эксплуатации и иметь функцию быстрой настройки. Подобное

устройство должно упростить контрольно-измерительные операции, проводимые на гидротехнических сооружениях, и повысить их точность [1].

### Объект исследования

Объектом исследования является струна отвеса, несущих конструкций гидросооружений и устройство, основанное на триангуляционном методе. Триангуляция является одним из распространенных методов измерения расстояний до объекта в силу простоты реализации в оптико-электронных устройствах [1]. Триангуляционный метод измерения расстояния от контрольно-измерительной системы до поверхности объекта предполагает, что в оптическую схему датчика включен сам контролируемый объект – струна. Его характеристики (форма, характер поверхности и расположение относительно измерителя) могут существенно влиять на результаты триангуляционных измерений.

Принцип измерения заключается в том, что любое изменение положения струны вызывает соответствующее ему изменение положения светового пятна на фотоприёмнике. Зная параметры оптической системы, можно вывести формулу, связывающую изменение положения объекта с изменением положения светового пятна на фотоприёмнике. Это можно пояснить, используя рис. 1.

Лазерный луч осветителя 1 падает на поверхность струны 3. Отраженные от струны лучи, объективом 4 собираются на фотоприёмнике 5, который устанавливается под некоторым углом триангуляции $\alpha$ к осветителю так, чтобы осветитель, струна и блок фотоприёмника 2 образовали треугольник. В реальных триангуляционных системах эти лучи проецируются на многоэлементный фотоприёмник 5 [3]. В процессе смещения струны $\Delta h$ происходит пропорциональное смещение её изображения P на фотоприемнике, по которому судят о реальной величине смещении струны, а именно [5]

$$\Delta h = \left( \frac{f' \cdot P}{M \cdot P \cdot \cos(2\alpha) + f' \cdot M^2 \cdot \cos(2\alpha) \cdot \sqrt{\dfrac{M^2 + \tan^2(2\alpha)}{M^2}}} \right), \quad (1)$$

где $M$ – увеличение оптической системы; $f'$ – заднее фокусное расстояние системы.

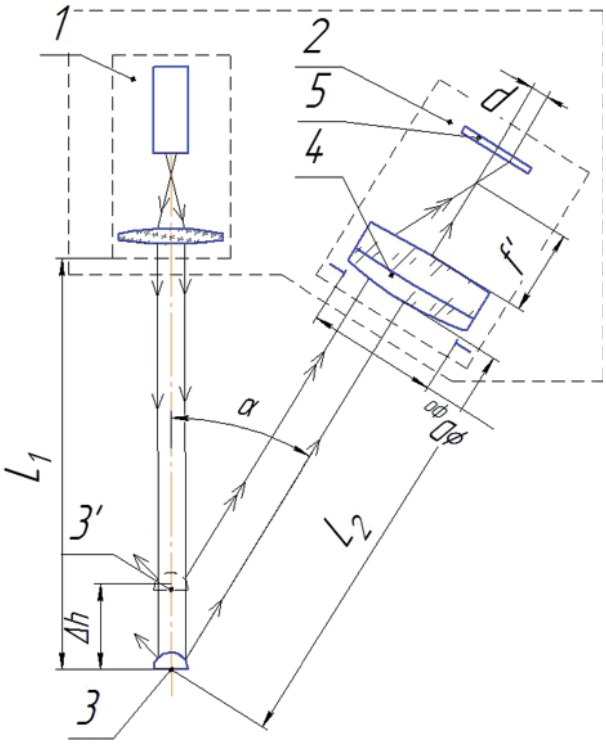



*Рис. 1. Триангуляционный метод измерений:*
*$L_1$ – расстояние до нулевого положения струны; $L_2$ – расстояние от струны до главной плоскости объектива фотоприемного узла; f' – фокусное расстояние объектива; p – смещение светового пятна на ФП; Δh – смещение струны; α – угол триангуляции*

Существуют два типа триангуляционных устройств: в первом случае плоскость устройства перпендикулярна его оптической оси, а во втором – наклонена к ней под определенным углом в соответствии с принципом Шеймпфлюга [4].

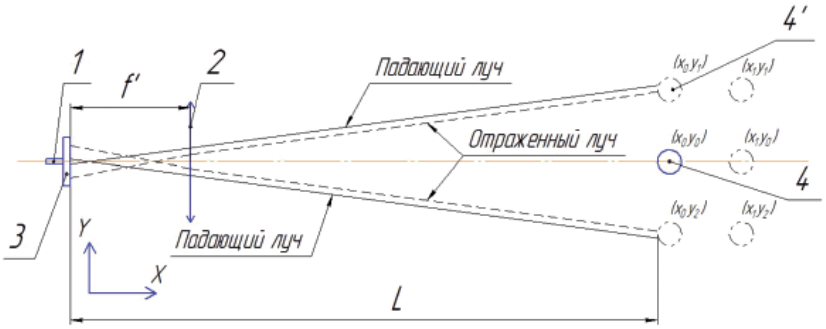
В зависимости от того, какими свойствами обладает поверхность струны, следует использовать разные схемы триангуляционного измерения [2]. При работе со струной можно использовать любую из схем, т.к. с одной стороны струна хорошо отражает падающее на нее излучение, а с другой – из-за круглой (в сечении) формы и наличия шероховатости рассеивает падающий пучок света.

Принципиальная схема предлагаемого триангуляционного датчика приведена на рис. 2. Она содержит следующие компоненты: осветитель 1, объектив 2, фотоприёмник (ФП) 3.

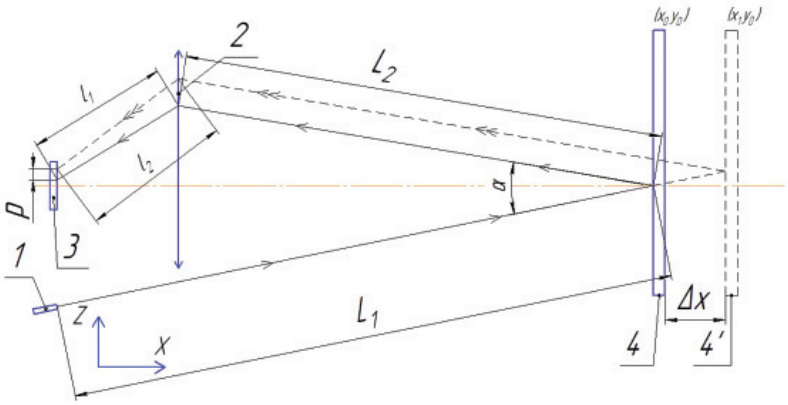
Для того чтобы проектируемое устройство удовлетворяло условиям поставленной задачи, необходимо задать начальные параметры, рассчитать осветитель, объектив и выбрать фотоприёмник, а затем оценить рассчитанные значения.

Работоспособность контрольно-измерительной системы, в основе которой лежит триангуляционный метод измерения расстояния до объекта, сильно зависит от формы и размеров струны. Поэтому большое внимание следует уделить выбору пары осветитель – фотоприемник, так чтобы отношение сигнал/шум на фотоприёмнике, позволяло выделить полезный сигнал на фоне шумов. Также не стоит забывать, что помимо потерь, связанных с формой струны, остается еще ряд факторов, которые влияют на падающее излучение, к примеру потери на рассеивание и поглощение при прохождении воздушного тракта до струны и обратно.

Энергетический расчет в упрощенном виде можно провести исходя из допущений, что среда, в которой распространяется лазерное излучение, не вносит изменений ни в геометрию пучка, ни в его энергетику, а оптические компоненты свободны от аберраций. При этом потери обусловлены лишь формой и размером струны. В процессе реализации поставленной задачи оценку сигнал/шум можно свести к отношению площадей пучка лазерного излучения при различных положениях струны.




а




б

*Рис. 2. Принципиальная схема триангуляционного контрольно-измерительного устройства: $L_1$ – расстояние до нулевого положения струны; $L_2$ – расстояние от струны до главной плоскости объектива фотоприемного узла; Δx – смещение струны; α – угол триангуляции; $l_1$ и $l_2$ – расстояние от главной плоскости объектива до фотоприемной площадки*

Сечение пучка лучей, освещающего струну, представляет из себя эллипс, площадь $S_1$ которого определяется по следующей известной формуле:

$$S_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot \pi, \quad (2)$$

где $a_1$ и $b_1$ – малая и большая полуоси эллипса, рассчитываемые по формулам

$$a_1 = d_0 + L_1 \cdot \tan(\varphi_1), \quad (3)$$

$$b_1 = d_0 + L_1 \cdot \tan(\varphi_2). \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) – $d_0$ – диаметр пучка излучения на выходе из осветителя; $L_1$ – расстояние от осветителя до струны; $\varphi_1$ и $\varphi_2$ – углы расходимости лазерного излучения.

Отраженное излучение от струны распространяется в широком телесном угле. В первом приближении можно положить, что отражение будет равномерным по всему диаметру струны. А при помощи коэффициента $K$ можно рассчитать ту часть отраженного излучения, которая будет лежать в телесном угле, ограниченном входным зрачком объектива. Для расчета полного отражения от струны, которое определяется площадью $S_2$ (рис. 3), воспользуемся следующей формулой:

$$S_2 = K a_2 b_2 \pi, \quad (5)$$

где $a_2$ – диаметр струны; $b_2$ – размер светового пятна в продольном сечении струны, который высчитывается по следующей формуле:

$$b_2 = 2\sqrt{b_1^2 - \Delta y^2}, \quad (6)$$

где $\Delta y$ – смещение струны относительно нулевой точки (рис. 3).

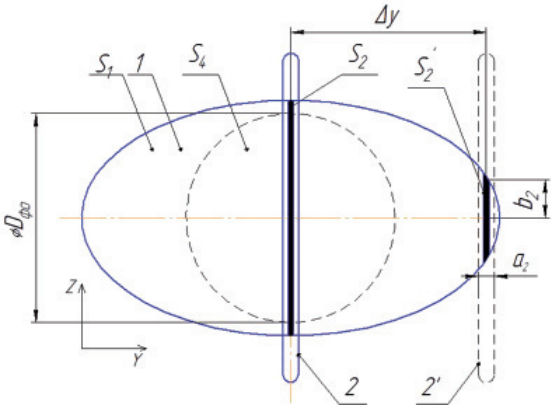



*Рис. 3. Отношение площади сечения пучка излучения к площади струны:*
*1 – сечение пучка;*
*2 – струна в нулевом положении;*
*2' – струна в крайнем положении*

Коэффициент $K$, учитывающий изменение площади $S_2$ на $S_2'$, находится по формуле

$$K = 2\tan\left(\frac{D_{фо}}{2L_2 + a_2}\right), \quad (7)$$

которая легко выводится из анализа рис. 1.

Излучение осветителя, отраженное от струны, «срезается» еще раз на входе в блок фотоприёмника, дело в том, что входной диаметр объектива много меньше, чем сечение пучка излучения.

Излучение на входе в блок фотоприёмника будет определяться площадью $S_3$ (в сечении тоже эллипс), которую можно рассчитать по формуле

$$S_3 = a_3 b_3 \pi, \quad (8)$$

где $a_3$ и $b_3$ – малая и большая полуоси эллипса на входе в блок фотоприёмника, рассчитываемые по формулам

$$a_3 = 2(a_2 K + L_2 \tan(\varphi_1)); \quad (9)$$

$$b_3 = 2(b_2 + L_2 \tan(\varphi_2)). \quad (10)$$

Для определения полного коэффициент потерь $K_п$ необходимо определить площадь входного зрачка $S_4$ объектива, роль которого выполняет первая оправа линзы. Нетрудно видеть, что она равна (рис. 3)

$$S_4 = \frac{D_{фо}^2 \pi}{4}, \quad (11)$$

тогда

$$K_п = \frac{S_2}{S_1}\frac{S_4}{S_3}. \quad (12)$$

Очевидно, что мощность излучения $P_k$, падающая на фотоприёмник, определяется как произведение мощности излучения осветителя $P_н$ и коэффициента потерь $K_п$, т.е.

$$P_k = P_н K_п. \quad (13)$$

Для проведения предварительных расчетов была взята схема, изображенная на рис. 2. Также были заданы начальные данные, представленные в табл. 1.

Данная система предназначена для автоматической регистрации смещений несущих конструкций гидротехнических объектов. По предложенному алгоритму был произведен энергетический расчет результаты представлены в табл. 2.

По произведенному расчету была выбрана следующая пара осветитель – фотодиод.

В качестве осветителя был выбран двух координатный PSD приемник DL100-7 SMD компании First sensor. В качестве осветителя был выбран лазерный модуль KLM-H808-x-5. Отношение сигнал/шум у данной пары $2{,}3 \cdot 10^4$.

**Таблица 1**

Начальные данные для предварительного расчета триангуляционной измерительной системы

| Мощность осветителя $P_н$, мВт | Рабочие расстояния, мм | | Диапазон измерений $z$, мм | Диаметр струны $a_2$, мм | Диаметр выходного зрачка $d_0$, мм | Угол расходимости, град | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_1$ | $L_2$ | | | | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ |
| 4000 | 1000 | 950 | –75...+75 | 2 | 5 | 9,6 | 9,6 |

**Таблица 2**

Результаты расчета триангуляционной измерительной системы

| Мощность излучения на поверхности струны, мВт | Мощность излучения, отраженная от струны, мВт | Мощность излучения на фотоприемнике, мкВт |
|---|---|---|
| 4000 | 5,234 | 59 |

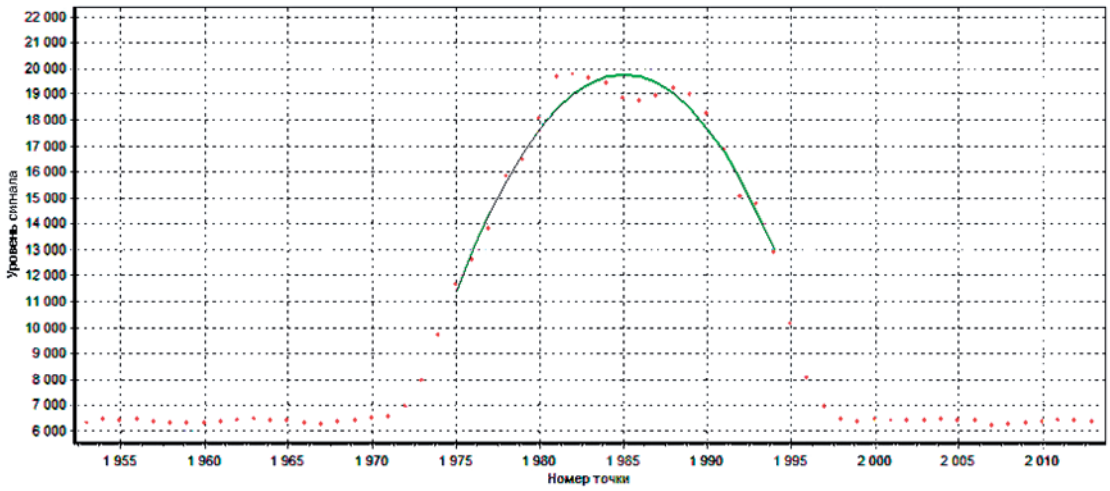



*Рис. 4. Зависимость уровня сигнала на фотоприёмнике от положения струны. Точками изображен график, построенный по полученным экспериментальным данным, сплошной линией – аппроксимация экспериментальных данных*

## Заключение

Апробация разработанной методики проводилась на установке, описанной в [1], в которой были установлены указанные фотоприёмники и осветитель при заданных параметрах. При этом удавалось уверенно снимать и обрабатывать информацию с фотоприемника, даже не требовалось специально экранировать его, что является косвенным подтверждением того факта, что отношение сигнал/шум у этой пары существенно выше одного порядка. На рис. 4 приведен уровень сигнала, снимаемого с фотоприемника в зависимости от положения струны.

Более точные данные планируется получить на следующем этапе работы. Другим положительным моментом применения методики является возможность моделирования различных комбинаций фотоприемник\источник излучения и выбора оптимальной комбинации.

## Список литературы

1. Бурков А.С., Митрофанов С.С. Возможность создания автоматизированного устройства для контроля плановых смещений тела плотины // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18336 (дата обращения: 08.04.2017).

2. Вертопрахов В.В. Влияние формы объекта и ориентации его поверхности на точность лазерных триангуляционных измерений // Автометрия. – 1995. – № 6. – С. 64.

3. Ильченко В.Н. Оптимальный контроль геометрических параметров изделий сложной формы с помощью оптических измерительных систем // Авиационно-космическая техника и технология. – 2006. – № 9 (35). – С. 45–47.

4. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Челибанов В.П. Приемники излучения: учебное пособие для вузов. – СПб.: Папирус, 2003. – 240 с.

5. Михляев С.В. Анализ оптических триангуляционных систем измерения профиля зеркальной поверхности // Автометрия. – 2005. – Т. 41, № 4. – С. 78.

УДК 62-82

# ГИДРОИМПУЛЬСНЫЙ МЕХАНИЗМ БУРИЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АЛМАЗНОГО БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

**Новосельцева М.В.**

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, e-mail: novmv@tpu.ru*

Настоящая работа посвящена рассмотрению гидроимпульсного механизма буровых машин вращательно-ударного действия для алмазного бурения горных пород. По ряду данных, резерв повышения скорости и производительности бурения состоит в формировании таких параметров ударного импульса, которые способствуют увеличению и более полной передаче мощности от генератора импульса к забою. Рассмотрены труды ученых по исследованию ударных механизмов. Представлена схема и описан принцип работы гидроимпульсного механизма. Данный механизм имеет возможность регулировать режимные параметры его работы для формирования энергии импульса, достаточного для разрушения горной породы. Рассмотрена модернизированная схема механизма и приведены результаты исследования по энергетическим характеристикам двух схем гидроимпульсных механизмов. Результаты исследований показали возможность внедрения гидроимпульсного механизма в качестве буровой головки.

**Ключевые слова: гидроимпульсный механизм, энергетические характеристики гидроимпульсных машин, импульс, энергия импульса, вращательно-ударные машины, алмазное бурение, промежуточный жидкостной элемент**

# HYDROPULS POWER MECHANISM DRILLING MACHINES FOR DIAMOND DRILLING OF ROCK

**Novoseltseva M.V.**

*Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: novmv@tpu.ru*

The present work is devoted to the consideration of the hydroimpulse mechanism of rotary – impact drilling machines for diamond drilling of rocks. According to a number of data, the reserve of increasing the speed and productivity of drilling is the formation of such parameters of the impact pulse, which contribute to the increase and more complete transmission of power from the pulse generator to the face. The examined works of scientists on the study of impact mechanisms. A scheme and description of the operation principle of the hydroimpulse mechanism is presented. This mechanism has the ability to regulate the regime parameters of its operation to form an energy pulse sufficient for the destruction of the rock. A modernized scheme of the mechanism is considered and the results of a study on the energy characteristics of two schemes of hydroimpulse mechanisms are presented. The results of the studies showed the possibility of introducing a hydraulic impulse mechanism as a drilling head.

**Keywords: hydropulse mechanism, power characteristics of hydropulse machines, impulse, pulse energy, rotational-shock machines, diamond drilling, intermediate liquid element**

В настоящее время одним из направлений технического прогресса является широкое применение машин, генерирующих импульсную нагрузку на инструменте, контактирующем с массивом горных пород. Они широко используются для интенсификации производственных процессов в различных отраслях промышленности, а наибольшее применение они нашли в качестве активных рабочих органов горных и строительных машин.

Одним из основных процессов горного производства является бурение скважин различного назначения в породном массиве. Так, например, бурение скважин для закладки взрывчатого вещества для буровзрывных работ при добыче руды эффективно осуществляется вращательно-ударным способом, как погружными пневмоударниками, так и выносными ударными машинами – пневматическими перфораторами или гидроударными буровыми головками [1, 2].

В настоящее время наиболее широкое применение в буровых головках получил гидроударный привод объемного типа, в котором перемещение бойка осуществляется под действием давления жидкости, действующего на него со сторон рабочих камер. Энергетические параметры и КПД такого привода существенно выше пневмоударного.

Основными недостатками недостатков гидроударных механизмов являются:

– потери в парах трения при возвратно-поступательном движении деталей;

– объемные гидравлические потери;

– наличие вибрации и шума.

Однако высокая энергонасыщенность гидравлических машин ударного действия, определяющая эффективность разрушения горной породы, компактность, независимость от внешнего источника энергии способствовали их широкому распространению в горнодобывающей отрасли.

В трудах Л.Т. Дворникова обосновывается форма, максимальная амплитуда и длительность волнового импульса для эффективного разрушения горных пород. Оптимальным для рационального разрушения забоя при вращательно-ударном бурении автор считает энергию ударного импульса не менее 40 Дж, а с увеличением твердости пород до 18 МПа целесообразна энергия импульса до 120 Дж [3].

Многие работы, посвященные вращательно-ударному методу, рассматривают его применительно для алмазного бурения. Это связано с тем, что при передаче алмазному зерну строго вертикальной импульсной нагрузки, между алмазом и породой не успевают развиться силы трения, из-за чего не возникает изгибающей нагрузки ударного характера, наиболее опасной для прочности алмаза. Напряжение сжатия в алмазном зерне в момент ударной нагрузки (при современных высокочастотных гидроударниках) намного меньше критического. Это свидетельствует о том, что необходимо управление режимными параметрами буровых головок для создания такой энергии импульсов, которая требуется для разрушения породы забоя [4, 5].

Работы В.П. Рожкова дают представления о том, что «…вращательное бурение твердых пород алмазными коронками с наложением высокочастотных ударов является одним из основных способов эффективной интенсификации бурения геологоразведочных скважин, а в некоторых случаях – единственным вариантом алмазного бурения; учет особенностей отмеченного способа бурения и применение специальных алмазных коронок позволит расширить область его применения от плотных пород средней твердости до очень твердых пород, повысить скорость бурения и снизить энергоемкость разрушения забоя…». Также в исследованиях получены результаты, свидетельствующие о зависимости механической скорости бурения от энергии удара, которая в общих чертах близка к параболе. Сначала механическая скорость бурения с ростом энергии ударов растет, затем стабилизируется и, наконец, начинает снижаться (для более твердых пород перегиб наступает при более высоких энергиях ударов) [6].

Алмазное бурение с наложением высокочастотных ударов – надежный способ повышения механической скорости бурения в твердых горных породах, т.к. даже серийные алмазные коронки имеют достаточную ударную стойкость и применимы для пород 7–10 категории по буримости.

В работе А.С. Сердечного представлена структура механизма ударного действия с промежуточным жидкостным элементом. Это позволяет управлять амплитудой и длительностью импульса; создавать импульсы рациональной формы для увеличения технического ресурса бурового инструмента; повысить работоспособность соединительных элементов штанг и бурового инструмента. Важным результатом является нахождения коэффициента перехода энергии через столб жидкости, который зависит от ширины столба жидкости. Работы подтверждают, что использование промежуточного тела (жидкости) при передаче энергии породоразрушающему инструменту позволяет повысить работоспособность ударных машин [7].

Разработка специальных высокочастотных импульсных механизмов, обеспечивающих возможность регулирования режимных параметров при вращательно-ударном способе бурения, может расширить область применения этого способа. Применение гидроимпульсного механизма для алмазном бурения позволяет повысить производительность бурения за счет наложения высокочастотных импульсов, которые выдерживает алмаз в инструменте и достаточны для разрушения горной породы [8].

**Гидроимпульсный механизм**

В Томском политехническом университете ведутся исследования по созданию гидроимпульсного механизма (далее ГИМ). Впервые гидроимпульсный силовой механизм предложен такими учеными, как В.Ф. Горбунов, П.Я. Крауиньш, Л.А. Саруев, В.А. Барашков. Принципиальная схема ГИМ представлена на рис. 1.

Достоинства данного механизма:

- отсутствие соударяющихся частей;
- долговременное воздействие на породу;
- малая шумность при работе механизма;
- искробезопасность;
- малое тепловыделение.

Исключение бойка и создание замкнутой гидросистемы позволяют исключить отмеченные выше недостатки гидравлических машин ударного действия и является одним из факторов повышения КПД механизма [9–11].

Установлено, что при изменении основных параметров механизма, таких как масса, жесткость пружины и сила поджатия, характер формирующегося импульса изменяется. Тем самым возможно управление гидроимпульсным механизмом для формирования импульса с заданными характеристиками.

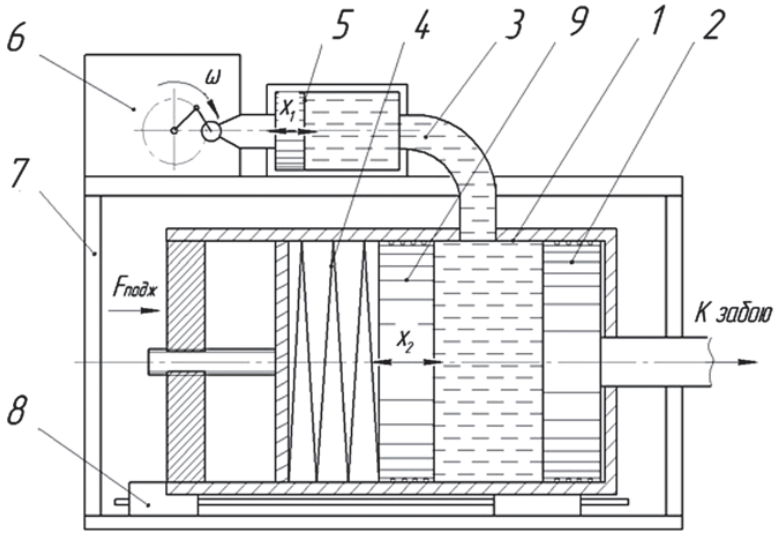



*Рис. 1. Принципиальная схема ГИМ:*
*1 – корпус гидроцилиндра; 2 – поршень; 3 – рукав высокого давления; 4 – пружина поджатия; 5 – плунжер; 6 – привод плунжера; 7 – рама; 8 – направляющие; 9 – инерционная масса*

Характер входного сигнала системы определяет вид огибающей формирующегося на выходе импульса. При прямоугольной форме входного сигнала амплитуда возрастает по сравнению с синусоидальной формой на 25%. Для стабильной амплитуды формирующегося импульса частота входного сигнала должна находиться в зарезонансной зоне.

**В ходе исследований была разработана еще одна конфигурация гидроимпульсного механизма без нелинейного элемента.** Нелинейный параметр гидросистемы, выполненный в виде РВД, обладает объемной упругостью, определяемой экспериментально для каждого образца. Упруго-инерционные свойства и внутреннее трение слоев сложного композиционного материала РВД приводит к возникновению нелинейности параметра объемной упругости. При длительной работе происходит износ РВД и изменение его начальных параметров. Возникают потери энергии на расширение РВД. Это приводит к снижению эффективности механизма и сложности его регулирования для формирования импульса с заданными характеристиками. Кроме того, вынесенные отдельно гидропульсатор с приводом и РВД увеличивают габариты механизма.

Рассмотрим БГИМ без колебательного контура РВД (рис. 2).

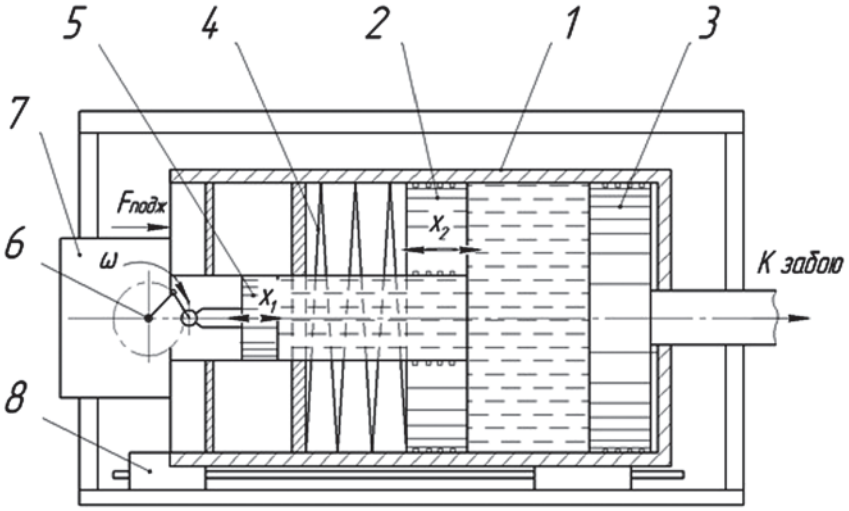



*Рис. 2. Принципиальная схема ГИМ новой модификации:*
*1 – гидроцилиндр; 2 – инерционная масса; 3 – поршень; 4 – пружина; 5 – поршень плунжера; 6 – привод плунжера; 7 – блок управления; 8 – направляющие; 9 – основной корпус*

Принцип работы рассматриваемой схемы ГИМ, в части формирования импульсов, заключается в следующем. Через ПЭВМ на блок управления 7 задается сигнал управления, затем блок управления 7 формирует сигнал на привод 6, далее приводится в движение плунжер 5. При движении плунжера 5 в системе происходит сжатие жидкости в гидроцилиндре 1, создаются импульсы давления жидкости, которые воздействуют на поршень 6 и стенки гидроцилиндра 1. Активная масса 2, поджатая пружиной 4, начинает возбуждаться в случае, когда частота создаваемых импульсов давления жидкости совпадает с собственной частотой колебаний, т.е. возникает резонанс, и импульс давления жидкости передается через поршень 3.

Из ряда проведенных экспериментов для модели без РВД были сформированы кривые влияния формы входного сигнала на амплитуду и период формирующегося импульса при изменении таких конструктивных параметров, как инерционная масса и жесткость пружины (рис. 3). Красный цвет (1) – кривая ГИМ с нелинейным элементом; синий цвет (2) – кривая ГИМ без нелинейного элемента.

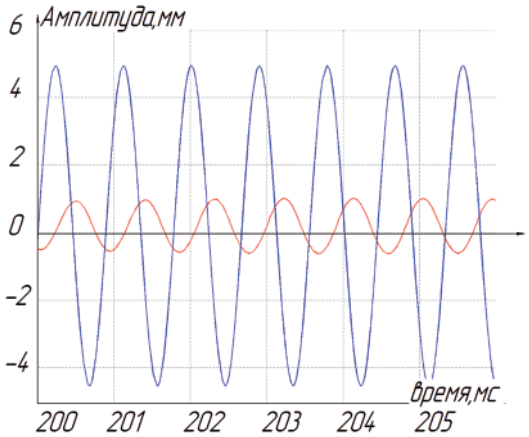



*Рис. 3. График кривых формирующегося импульса*

Анализ этих кривых показал, что форма входного сигнала также влияет и на систему без нелинейного элемента.

Эксперименты, проведенные для гидроимпульсного механизма без нелинейного элемента, показали, что амплитуда импульса возрастает, но одновременно происходит незначительное снижение длительности периода формирующегося импульса.

**Сравнение ГИМ с существующими гидравлическими перфораторами**

В настоящее время лидерами на рынке машин и оборудования для бурения взрывных скважин является фирма «ATLAS COPCO». Выбранные для сравнения перфораторы являются наиболее применяемыми для проходческих установок, но стоит отметить, что ряд перфораторов фирмы «ATLAS COPCO» весьма широк.

Для сравнения с вышеприведенными перфораторами зададимся параметрами ГИМ: инерционная масса 100 кг, это обусловлено габаритными показателями, по размерам близкими со сравниваемыми; частота будет задаваться исходя из частоты сравниваемых перфораторов; жесткость пружины, зависящая от заданных массы и частоты, является расчетной величиной; сила поджатия равна 7 кН. Полученные данные сведены в таблице.

Сравнение энергии удара

| | Частота импульсов, [Гц] | Энергия импульса, [Дж] |
|---|---|---|
| Гидроимпульсный механизм | 73 | 15 |
| Гидравлический перфоратор COP 2238HD | 73 | 22 |
| Модернизированный гидроимпульсный механизм | 73 | 26 |
| Гидравлический перфоратор COP 3038 | 117 | 30 |
| Модернизированный гидроимпульсный механизм | 117 | 105 |

Анализ полученных результатов сравнения показал возможность применения ГИМ для проходческих установок с сохранением требуемой производительности.

В бурильных машинах данный механизм позволит управлять входным сигналом для получения импульсов с определенными характеристиками для эффективного разрушения горной породы.

**Выводы**

1. Разработана и защищена патентом на полезную модель конструктивная схема гидроимпульсного механизма новой модификации, обеспечивающая повышение

энергетических параметров и доказана возможность применения механизма для проходческих установок с сохранением требуемой энергии импульса.

2. Разработанная в работе конструктивная схема гидроимпульсного механизма передана в ОАО «Юргинский машзавод» и принята к внедрению для создания буровых головок нового типа, применяемых в бурильных установках УБШ.

*Работа проводилась при финансовой поддержке гранта на выполнение научно-исследовательских работ «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.» договоры № 3920ГУ1/2014, № 10265ГУ2/2016).*

### Список литературы

1. Дерюшева В.Н. Модели пневмогидравлического ударного узла с учетом свойств формирователя импульса и нагрузки: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Томск, 2009. – 19 с.

2. Жуков И.А. Модернизация конструкций бойков погружных пневмоударников // Journal of Advanced Research In Technical Science. – 2016. – № 3. – С. 76–80.

3. Дворников Л.Т. Тагаев Б.Т. Исследование влияния длительности и амплитуды ударного импульса на эффективность процесса бурения // Тр. ФПИ. – Фрунзе, 1977. – Вып. 104. – С. 62–69.

4. Ушаков Л.С., Каманин Ю.Н., Ределин Р.А. Энергетическая оценка волн напряжений, генерируемых в массиве // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 3. – С. 48–53.

5. Ушаков Л.С. Импульсные технологии и гидравлические ударные механизмы : учеб. пособие для вузов. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 249 с.

6. Рожков В.П. О рациональном соотношении частоты ударов и частоты вращения алмазной коронки при вращательно-ударном бурении // Разрушение горных пород при бурении скважин: Тезисы доклада четвертой научно-технической конференции. – М., 1996. – С. 141–146.

7. Сердечный А.С. Управление амплитудой и длительностью ударного импульса: автореферат дис. … д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1997. – 31 с.

8. Федин Д.В., Шадрина А.В., Саруев Л.А. Оценка эффективности передачи силовых импульсов на разрушаемый гранит при вращательно-ударном способе бурения скважин малого диаметра // Известия Томского политехнического университета; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 179–183.

9. Novoseltseva M.V., Masson I.A., Pashkov E.N. Investigation of input signal curve effect on formed pulse of hydraulic-powered pulse machine // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 127. – 2016. – 012007.

10. Новосельцева М.В. Анализ гидроударных и силовых гидроимпульсных узлов // Справочник. Инженерный журнал. – 2014. – № 9. – С. 51–54.

11. Новосельцева М.В. Управление гидроимпульсным механизмом для формирования требуемых импульсов // Инновации на транспорте и в машиностроении. – СПб.: Горн. ун-т, 2015. – С. 27–29.

УДК 620.193

# ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ

**Поливанов А.А., Белов А.В., Неумоина Н.Г.**

*Камышинский технологический институт (филиал), Волгоградский государственный технический университет, Камышин, e-mail: polivanov@kti.ru*

В данной работе излагается методика решения комплексной задачи оценки прочности и долговечности одно- и многослойных оболочек вращения с учетом пластических деформаций, температурной ползучести, водородной коррозии и деградации механических свойств материалов во времени. Выполнено решение практической задачи расчета основных характеристик напряженно-деформированного состояния трехслойной плоской пластины с отверстием. Верхний и нижний слои пластины изготовлены из хром-никелевого сплава, один из них обращен к водородосодержащей среде, средний слой выполнен из малоуглеродистой стали марки 20. Пластина находилась под давлением водорода 8,5 МПа при температуре 500 °С. Толщина защитных слоев принималась равной по 0,25 и 0,5 мм с каждой из сторон пластины. Определены основные компоненты напряженно-деформированного состояния и время до разрушения пластины.

**Ключевые слова: многослойные стальные пластины, высокотемпературная водородная коррозия, высокотемпературная ползучесть.**

# RESEARCH OF THE HYDROGEN EFFECTS ON THE BEARING CAPACITY OF MULTI-LAYER COMPOSITE SHELLS IN THE TEMPERATURE CREEP

**Polivanov A.A., Belov A.V., Neumoina N.G.**

*Kamyshin Tecnological Institut (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: polivanov@kti.ru*

This work discribes research methods of complex problem solution to estimate strength and durability of one- and multiple layer shells of rotation with an account of plastic deformations, temperature creep, the hydrogen corrosion and degradation of material's properties in time. The practical calculation of the stressed – strained state's main characteristics accounts of the three-layer flat lamina with a hole was maded. The upper and lower layers of the lamina are made of chrome – nickel alloy, one of them converted to hydrogen-containing medium, the middle layer is made from mm low – carbon steel. The lamina was under hydrogen pressure at 8,5 MPa at the temperature was 500 °C. The protective layers thickness was taken equal to 0,25 and 0,5 mm from each lamina's side. The stressed – strained state's main components accounts and the time to failure of the lamina were carried out.

**Keywords: multilayer steel lamina, high temperature corrosion, high temperature creep**

В настоящей статье представлены результаты расчета времени до разрушения и некоторых важных компонент напряженно-деформированного состояния трехслойной кольцевой плоской пластины с отверстием. Расчет проводился с применением методики решения комплексной задачи оценки прочности и долговечности стальных оболочек вращения с учетом необратимых деформаций, повреждаемости материалов вследствие ползучести и высокотемпературной водородной коррозии, разработанной авторами, основные положения которой представлены в работах [1, 2], а также в других публикациях. Учет влияния повреждаемости материалов, вызванных ползучестью, на процесс деформирования пластины производится посредством введения скалярного параметра повреждаемости в расчетные соотношения. Для этого применяется кинетическое уравнение повреждаемости Ю.Н. Работнова, хорошо зарекомендовавшее себя при решении большинства подобных задач, например [4, 5, 8]. Для того, чтобы учесть влияние коррозионного воздействия водорода на процесс деформирования, может быть использован один из подходов, подробно описанных авторами в монографии [10]. Примерами практической реализации этих подходов применительно к цилиндрическим оболочкам могут быть работы [3, 6, 7]. В работе [9] показан пример использования современного программного комплекса ANSYS к решению такого класса задач, а в работе [11] – пример использования упрощенной модели химического взаимодействия к исследованию влияния водородосодержащей среды на поведение металлов и конструкций разного типа.

В данном случае также была выбрана упрощенная модель химического взаимодействия, в соответствии с которой предполагается, что влияние водорода на

механические свойства большинства конструкционных сталей проявляется не сразу после начала такого воздействия, а лишь через некоторое время, получившее название инкубационный период $t_{инк}$. После его завершения начинается интенсивное вытеснение углерода (обезуглероживание) из материала конструкции, приводящее к ухудшению (во многих случаях существенному) его механических свойств. Этот период получил название процесс активных химических превращений $t_{кр}$. В результате многочисленных исследований достоверно установлено, что «при $t < t_{инк}$ изменений механических свойств материалов еще не происходит, а при $t > t_{кр}$ уже не происходит» [10]. Таким образом, можно утверждать, что процесс активных химических превращений идет в течение определенного времени, причем оно зависит от давления водорода, температуры, вида напряженного состояния и фактического распределения микродефектов в материале. Также доказано, что фактическое состояние механических свойств малоуглеродистых сталей по окончании процесса обезуглероживания во всех случаях практически одинаково, оно начинается и заканчивается при определённых условиях, не зависящих от температуры и давления водорода. Увеличение температуры и давления способствует тому, что процесс обезуглероживания идет быстрее, и поэтому он завершается раньше [10]. С учетом этого условия учет влияния коррозионного воздействия водорода на длительную прочность всех видов конструкций существенно упрощается.

Таким образом, влияние коррозионного воздействия водорода на механические свойства материалов удобнее всего можно представить с помощью кусочно-линейного закона для скалярного параметра, характеризующего химическое взаимодействие водорода с металлом μ, изменяющегося от 0 до 1 и характеризующего степень обезуглероживания материала вследствие водородной коррозии:

$$\mu(t)=\begin{cases} 0, & \text{при } t < t_{инк}; \\ (t-t_{инк})/(t_{кр}-t_{инк}), & \text{при } t_{кр} < t < t_{инк}; \\ 1, & \text{при } t \geq t_{кр}. \end{cases} \quad (1)$$

Если μ = 1, то материал считается обезуглероженным полностью.

Продолжительность инкубационного периода, как показано в работе [10], определяется с помощью следующего соотношения:

$$t_{инк} = m \cdot p^{-u} \cdot e^{\frac{B}{T}}, \quad (2)$$

где $p$ – парциальное давление водорода, МПа; $T$ – температура; $m$, $u$, $B$ – некоторые константы, определяемые для различных материалов экспериментально.

Продолжительность периода активных химических превращений вычисляется следующим образом [10]:

$$t_{кр} = \lambda \cdot t_{инк}, \quad (3)$$

где λ – параметр, показывающий, во сколько раз время до завершения периода изменений механических свойств материала меньше продолжительности инкубационного периода и являющийся мерой скорости химического взаимодействия водорода с конструкцией. Также можно записать, что $\lambda = t_{кр} / t_{инк}$.

Давление водорода по толщине распределяется неравномерно, и для случая плоской пластины вычисляется по формуле [10]:

$$P_Z = \left(\sqrt{P_В} \cdot \left(1 - \frac{z}{h}\right) + \sqrt{P_Н} \cdot \frac{z}{h}\right)^2, \quad (4)$$

где $z$ – плоская координата; $h$ – толщина оболочки; $P_В$ – внутреннее давление; $P_Н$ – наружное давление.

Влияние вида напряженного состояния на скорость обезуглероживания в настоящее время может быть учтено только для однослойной конструкции следующим образом [1, 2]. Используя рекомендации, приведенные в работе [10], а также многочисленные результаты исследований, влияние данного фактора на скорость обезуглероживания для большинства малоуглеродистых сталей можно учесть так: если растягивающие напряжения достигают предела текучести, то продолжительность инкубационного периода сокращается примерно в 1,25 раз, а предела прочности – ориентировочно вдвое. В этом случае константы материала в уравнении будут равны: $m_0 = 1{,}49 \cdot 10^{-5}$ (МПа)·$u$, ч; $G = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$; $g = 1$, 2 [2].

В двух- а тем более в трехслойных пластинах на границах слоев присутствуют достаточно сложные химические соединения – интерметаллиды, которые, безусловно, будут оказывать влияние на движение фронта обезуглероживания. Характер этого влияния, особенно с учетом изменения вида напряженного состояния, до настоящего времени

изучен недостаточно хорошо. Поэтому составить математическую модель влияния вида напряженного состояния на скорость процесса обезуглероживания в многослойных конструкциях пока не представляется возможным.

Далее рассмотрим результаты расчетов равномерно нагретой трехслойной кольцевой пластины, находящейся под воздействием давления водорода. Пластина имеет следующие геометрические размеры: $R = 110$ мм, $r = 65$ мм, $\delta = 10$ мм (рис. 2). Верхний и нижний слои пластины изготовлены из материала 12Х18Н9Т, а средний – из стали марки 20.

Давление водорода производится со стороны верхнего слоя пластины и неизменно во времени, а внешний и внутренний кольцевые контуры закреплены шарнирно-неподвижно. Константы материала, используемые в соотношениях (2) и (3), были взяты из [10], которые для стали марки 20 при рассматриваемых условиях равны $u = 1{,}73$; $B = 13500$; $\lambda = 5$. При этом, основываясь на результаты работы [10], будем предполагать, что механические характеристики сплава 12Х18Н9Т под воздействием водорода практически не изменяются.

В предыдущих работах авторов, например [1, 2], проводились расчеты напряженно-деформированного состояния одно- и двухслойной пластины с учетом высокотемпературной ползучести и водородной коррозии. В отличие от этого, проведем исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной пластины такого же размера. Некоторые результаты этого исследования показаны на рис. 2–5.

На рис. 2 приведены графики, иллюстрирующие время до начала разрушения пластины в зависимости от толщины защитного слоя с обеих сторон пластины при изменении давления. Кривая 1 соответствует толщине защитного слоя по 0,25 мм с каждой стороны, кривая 2 – по 0,5 мм, при этом общая толщина пластины равна 10 мм.

Как видно из этих графиков, применение защитного слоя существенно увеличивает долговечность рассматриваемой пластины. Используя семейство таких графиков, можно подобрать требуемую толщину защитного слоя в зависимости от требуемого ресурса изделия.

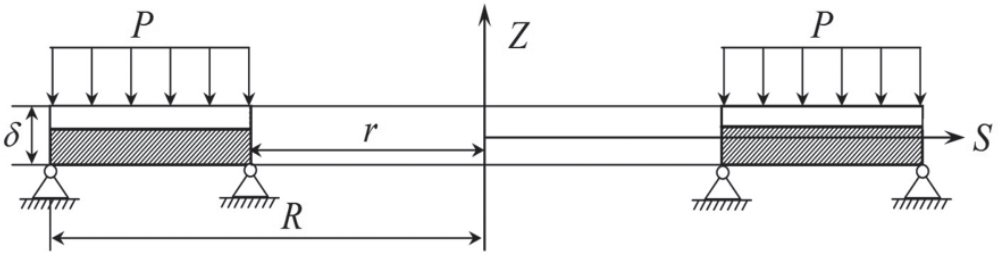



*Рис. 1*

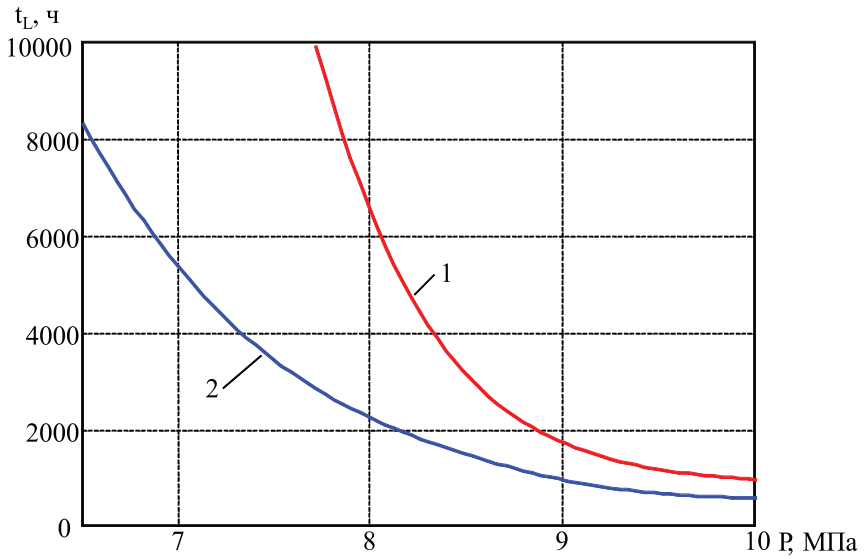



*Рис. 2*

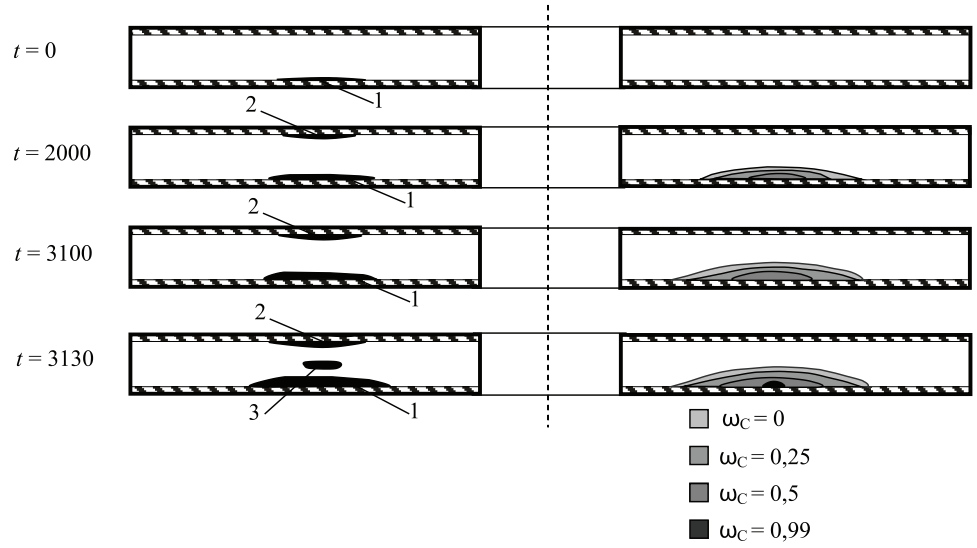



*Рис. 3*

На рис. 3 показаны разрезы осевого сечения пластины при толщине защитного слоя по 0,5 мм с каждой стороны и давления водорода 8,5 МПа для различных моментов времени. Материал защитных слоев обозначен штриховкой. На левой стороне рисунка черным цветом показаны зоны пластичности, в правой части – зоны повреждаемости в градациях серого цвета. Из рисунка видно, что практически сразу после начала процесса нагружения в нижней части среднего слоя появляется зона пластичности 1 небольших размеров, толщина которой с увеличивается с течением времени, а ширина почти не изменяется до начала разрушения.

По мере накопления микродефектов в среднем, наименее прочном слое пластины перераспределяются напряжения, что приводит к появлению новых зон пластичности вверху среднего слоя (2) и в его середине (3). Расположение основной зоны повреждаемости практически совпадает с первой зоной пластичности (в нижней части среднего слоя). Процесс разрушения начинается спустя 3127 часов в нижней части среднего слоя пластины в точках, отстоящих от края отверстия на расстоянии 20 мм.

На рис. 4 показаны кривые, иллюстрирующие распределение меридиональных (а) и окружных (б) напряжений на нижней стороне среднего слоя пластины, в котором начинается процесс разрушения, а на рис. 5 – для нижней поверхности пластины (нижней стороны защитного слоя). Моменты времени выбраны такими же, как и на рис. 3. На этих графиках также видно перераспределение напряжений по мере развития пластических деформаций и накопления повреждений от среднего слоя к нижнему, более прочному. Следует отметить, что в нижнем слое при данных нагрузках зоны пластичности и повреждаемости не начинают развиваться вплоть до начала разрушения.

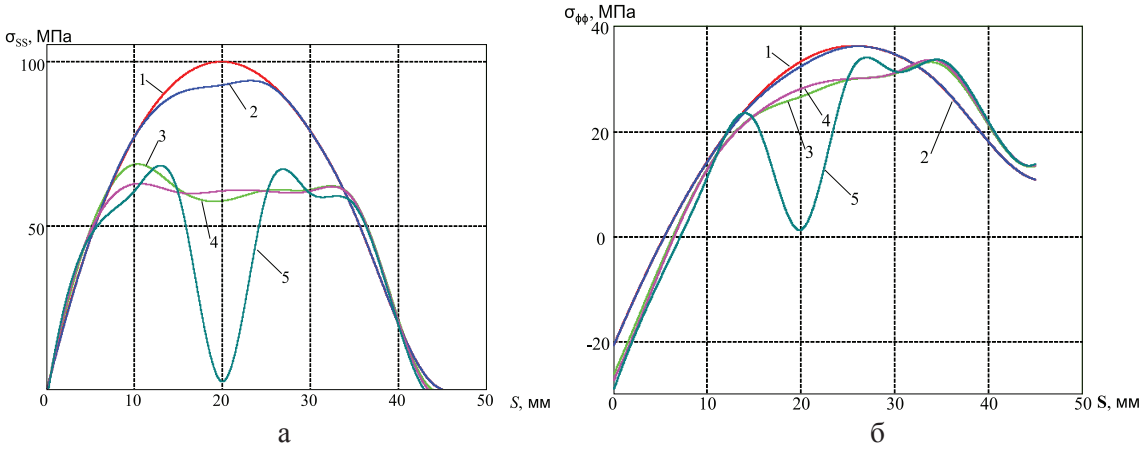



*Рис. 4*

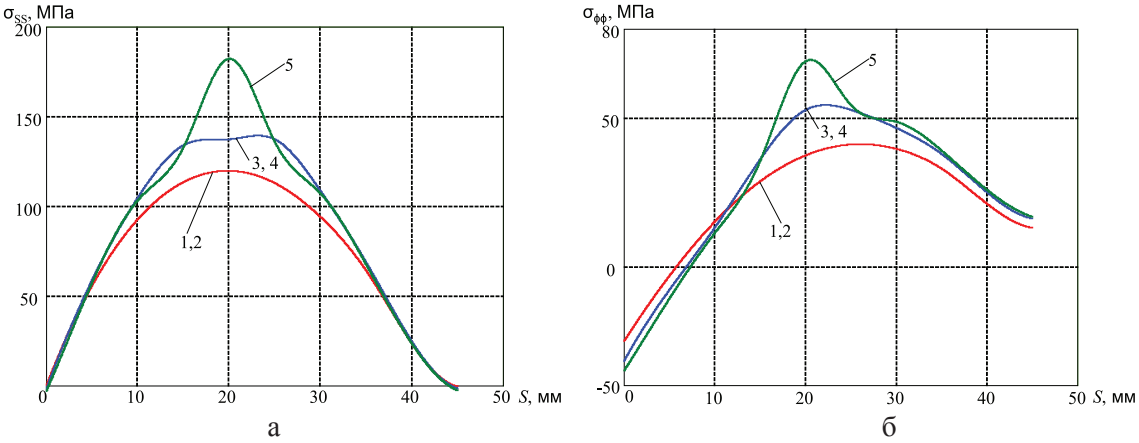



*Рис. 5*

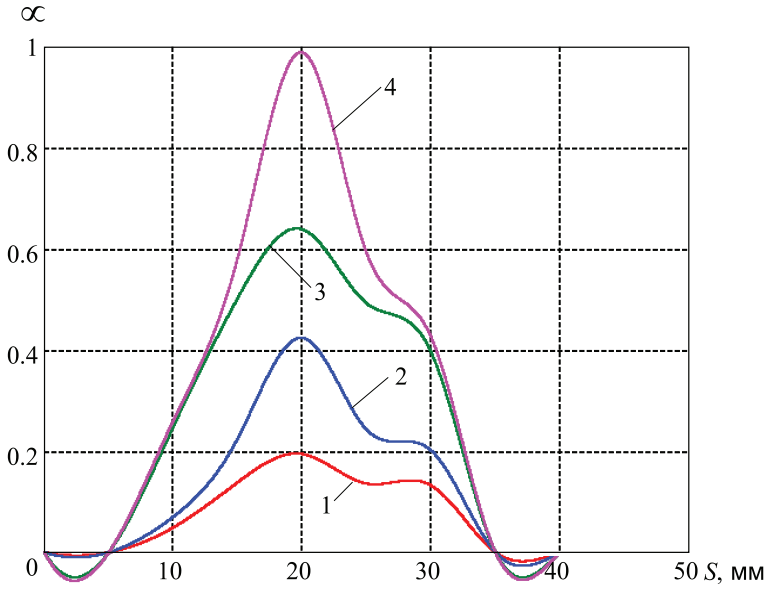



*Рис. 6*

На рис. 6 показан график, иллюстрирующий распределение параметра повреждаемости по ширине пластины в такие же моменты времени, как и на предыдущих рисунках. Накопление повреждений идет преимущественно в точках, отстоящих на 20 мм от края отверстия, соответствующих максимальным значениям напряжений.

Исходя из полученных результатов, сопоставляя их с ранее опубликованными, например [1, 2], можно также сделать вывод, что трехслойная пластина при равных внешних условиях имеет большую долговечность, чем двухслойная, толщина защитного слоя которой равна сумме толщин защитных слоев трехслойной.

Таким образом, разработанная авторами методика решения задач по оценке прочности, жесткости и долговечности элементов конструкций в виде плоских пластин и тонких оболочек вращения со сложной формой меридиана позволяет определять упругопластическое напряженно-деформированное состояние таких оболочек с учетом повреждаемости материалов при ползучести и высокотемпературной водородной коррозии, кинетику развития областей разрушения и время до разрушения, а также производить оценку остаточного ресурса. В настоящей статье рассмотрен пример решения такой задачи для плоской круглой трехслойной пластины с отверстием. Определено время до начала процесса разрушения этой пластины при различных значениях давления и толщины защитных слоев.

## Список литературы

1. Белов А.В., Поливанов А.А. Исследование влияния вида напряженного состояния на длительную прочность плоских пластин в условиях температурной ползучести и высокотемпературной водородной коррозии // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7–3. – С. 501–506.

2. Белов А.В., Поливанов А.А., Неумоин Н.Г. Воздействие водорода высоких параметров на длительную прочность многослойных составных оболочек в условиях температурной ползучести // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7–2. – С. 279–284.

3. Бубнов С.А., Овчинников И.И., Бубнов А.А. Исследование разрушения и кинетики обезуглероживания толстостенной трубы в условиях водородной коррозии // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. – 2012. – № 2 (27). – С. 178–182.

4. Волчков Ю.М Двухслойная модель оболочки Работнова и критическое время выпучивания оболочек при ползучести // Прикладная механика и техническая физика. – 2010. – Т. 51. – № 4 (302). – С. 198–206.

5. Коротченко Е.А., Перегуд М.М., Новиков В.В. Влияние водорода на ползучесть оболочек из сплавов Э110 и Э635 // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы. – 2015. – № 2 (81). – С. 50–64.

6. Локощенко А.М., Соколов А.В. Влияние агрессивной среды на ползучесть и разрушение цилиндрической оболочки под действием равномерного внешнего давления // Деформирование и разрушение структурно-неоднородных сред и конструкций: сборник материалов III Всероссийской конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Ю.Н. Работнова. – Новосибирск, 2014. – С. 59–60.

7. Локощенко А.М., Соколов А.В. Ползучесть и длительное разрушение цилиндрической оболочки под внешним давлением в присутствии агрессивной среды // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2014. – № 1. – С. 65–76.

8. Моисеенко М.О., Попов О.Н., Русакова О.О., Трепутнева Т.А. К расчету подкрепленных пластин и оболочек с учетом ползучести // Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов: сборник по материалам Международной научно-практической конференции: в 18 частях. – Тамбов, 2013. – С. 54–55.

9. Овчинников И.Г., Бубнов С.А. Применение программного комплекса ANSYS к расчету толстостенного трубопровода, подвергающегося высокотемпературной локальной водородной коррозии // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2011. – Т. 11. – № 3–2. – С. 100–102.

10. Овчинников И.Г., Хвалько Т.А. Работоспособность конструкций в условиях высокотемпературной водородной коррозии. – Саратов, 2003. – 176 с.

11. Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Влияние водородосодержащей среды при высоких температурах и давлениях на поведение металлов и конструкций из них // Интернет-журнал Науковедение. – 2012. – № 4 (13). – С. 95.

УДК 621.791.92:519.242

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАПЛАВКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

**Соловьев Н.И., Иванова П.М.**

*Калужский филиал, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: nick.solov@yandex.ru*

Данная статья посвящена исследованию влияния параметров режимов сварки на геометрию наплавки проволокой российского производства ПроТЭК 60. Режимы проведения наплавки должны обеспечивать минимальное проплавление основного металла и оптимальную форму шва. Действенным методом снижения доли основного металла в наплавленном является уменьшение шага наплавки. Полученные зависимости, представленные в виде математических моделей, позволяют производить подбор оптимальных режимов наплавки для получения необходимой геометрии валика и шага наплавки. Для получения моделей ширины и высоты шва был проведен полный факторный эксперимент автоматической наплавки исследуемой проволоки на пластины из низкоуглеродистой стали в нижнем положении. Были получены уравнения регрессии при проведении планирования эксперимента для двух факторов и был выполнен переход от уравнения регрессии в кодированных переменных к уравнению регрессии в натуральных переменных.

**Ключевые слова: сварка (наплавка) в среде защитных газов, геометрические параметры наплавки, режимы наплавки, полный факторный эксперимент**

# MODELING OF GEOMETRIC PARAMETERS SURFACING MILD STEEL

**Solovev N.I., Ivanova P.M.**

*Kaluga Branch of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Moscow State Technical University. N.E. Bauman (National Research University)», Kaluga, e-mail: nick.solov@yandex.ru*

This article is devoted to the investigation of the effect of the parameters of welding regimes on the geometry of surfacing with a Russian wire ProTek 60. The surfacing modes should ensure minimum penetration of the base metal. An effective method of reducing the proportion of the base metal in the welded is to reduce the deposition step. The obtained dependences, presented in the form of mathematical models, allow selecting optimal deposition regimes for obtaining the required geometry of the roll of the deposition step. To obtain models of width and height of the seam, a full factor experiment was performed to automatically weld the test wire to low-carbon steel plates in the lower position. Regression equations were obtained during the planning of the experiment for two factors and the transition from the regression equation in the coded variables to the regression equation in natural variables was performed.

**Keywords: welding (surfacing) in the environment of protective gases, geometric parameters of surfacing, surfacing modes, full factor experiment**

Во многих случаях наплавка является наиболее эффективным способом ремонта изношенных поверхностей и устранения опасных дефектов с сохранением необходимых свойств материала.

В силу большого количества факторов, оказывающих влияние на процесс наплавки, заранее оценить качество наплавленного слоя задача непростая. Метод проб и ошибок – не лучший способ решения проблемы, особенно в тех случаях, когда цена ошибки велика [3].

Математическая модель является универсальным и гибким инструментом [12]. После проверки адекватности модели исходному объекту с ней проводятся разнообразные и подробные опыты, дающие все требуемые качественные и количественные свойства и характеристики объекта [10].

Однако прогнозирование состояния сложных технических процессов затруднено отсутствием необходимого количества математических моделей. В ряде случаев выходом из ситуации является использование закономерностей, получаемых в ходе регрессионного анализа. С их помощью появляется возможность описать любой объект при полном соблюдении алгоритма активного эксперимента. Полный факторный эксперимент является наиболее легко реализуемым среди многочисленных методов активного эксперимента [1].

Наиболее распространенным способом устранения дефектов наружной поверхности трубы при ремонте магистральных газопроводов является наплавка [11]. Известны также работы, показывающие повышение эксплуатационных характеристик [6; 7].

Техника и режимы проведения процесса наплавки должны обеспечивать минимальное проплавление основного металла и перемешивание его с наплавленным;

отсутствие пор, трещин, шлаковых включений, несплавлений и других дефектов в наплавленном слое; минимальную величину внутренних остаточных напряжений и коробления изделия; равномерную высоту и рельеф наплавленного слоя.

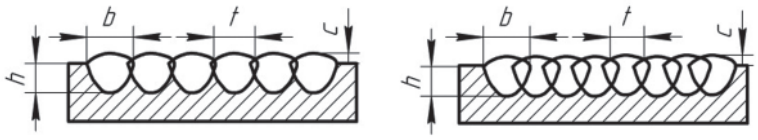
Эффективным методом снижения доли основного металла в наплавленном слое является уменьшение шага наплавки. Наложение валиков при наплавке тел вращения и плоских поверхностей производится таким образом, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий в среднем на 1/3 ширины. Тогда шаг наплавки будет равен 2/3 ширины валика. Уменьшение шага способствует снижению глубины проплавления основного металла, получению более гладкой наплавленной поверхности, а также увеличивает толщину наплавленного за один проход слоя (рис. 1). Однако при очень малом шаге (менее 0,5 ширины валика) возможно образование непроваров и несплавлений или заклинивание шлаковой корки и образование шлаковых включений [8].

Целью данной работы является разработка модели процесса автоматической наплавки омедненной сварочной проволокой сплошного сечения марки ПроТЭК 60, выпускаемой в соответствии с требованиями ТУ 1227-001-23083840-2015 «Проволока стальная сварочная сплошного сечения ПроТЭК 60».

Проволока рекомендуется к применению для автоматической наплавки и сварки плавящимся электродом в среде активных газов и смесях всех слоев шва стыковых соединений труб при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте промысловых и магистральных газопроводов. Типовой химический состав наплавки и его механические свойства представлены в табл. 1 и 2.

Данная проволока соответствует требованиям нормативных документов ПАО «Газпром» и является функциональным аналогом таких проволок, как TS-6, K-600, Boehler SG3-P, SUPRAMIG SERIMAX, OK Autrod 12.66, используемых при монтаже и ремонте газопроводов [9]. В частности, при устранении задиров, трещин и других линейно-протяженных дефектов при ремонте магистральных газопроводов. Применение этой проволоки российского производства позволяет отказаться от дорогостоящего иностранного аналога, что снизит затраты при неизменном качестве.

Однако в связи с новизной проволоки требуется определение оптимальных параметров режима наплавки, обеспечивающих получение необходимых геометрических параметров шва (наплавки).




а б

*Рис. 1. Образование наплавленного слоя:*
*а – шаг наплавки менее 2/3 ширины; б – шаг наплавки более 2/3 ширины;*
*b – ширина валика; t – шаг наплавки; c – толщина наплавленного слоя; h – глубина проплавления*

**Таблица 1**

Типовой химический состав наплавленного металла

| Содержание элементов, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | Mn | Si | S | P | Cr | Ti | Ni |
| 0,04–0,9 | 1,10–1,70 | 0,60–1,10 | ≤ 0,02 | ≤ 0,02 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | 0,7–1,1 |

**Таблица 2**

Типовые механические свойства наплавленного металла

| Временное сопротивление разрыву, МПа | Предел текучести, МПа | Относительное удлинение, % | Ударная вязкость, Дж/см$^2$ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | KCV-20 | KCV-40 |
| 560–620 | 440–520 | ≥ 22 | ≥ 80 | ≥ 55 |

В ходе эксперимента исследовалась автоматическая наплавка проволокой ПроТЭК 60 диаметром 1,2 мм. Эксперимент проводился по методике, описанной в работах [1; 4; 5]. Наплавка выполнялась на низкоуглеродистые стальные пластины толщиной 6 мм в смеси Ar+18 % $CO_2$ в нижнем положении. Сварка выполнялась на установке для автоматической наплавки (рис. 2) с использованием сварочного аппарата ДС400.33М и подающего механизма ПМ 4.33 на режимах, приведенных в табл. 3.

В результате работы получены зависимости между параметрами режима наплавки и геометрическими параметрами наплавляемых валиков. Зависимости представлены в виде математических моделей и графиков.

Для двухуровневого полного факторного эксперимента было проведено четыре опыта, каждый из которых повторялся три раза, для исключения грубых погрешностей. Уровни факторов представляют собой границы исследуемой области по выбранному параметру (минимальное и максимальное значение фактора) [2]. Зная максимальное $z_i^{\max}$ и минимальное $z_i^{\min}$ значения фактора, можно определить координаты центра плана, так называемый основной уровень $z_i^0$, а также интервал (шаг) варьирования $\Delta z_i$:

$$z_i^0 = \frac{z_i^{\max} + z_i^{\min}}{2};$$

$$\Delta z_i = \frac{z_i^{\max} - z_i^{\min}}{2}.$$

Полученные расчеты сведены в табл. 4.

**Таблица 3**

Параметры режимов сварки

| Скорость сварки, см/мин | Скорость подачи проволоки, м/мин | Расход газа, л/мин | Напряжение (U), В | Вылет (l), мм | Сварочный ток, А |
|---|---|---|---|---|---|
| 330 | 8 | 15 | 22 | 18 | 210 |
| | | | 28 | 28 | |

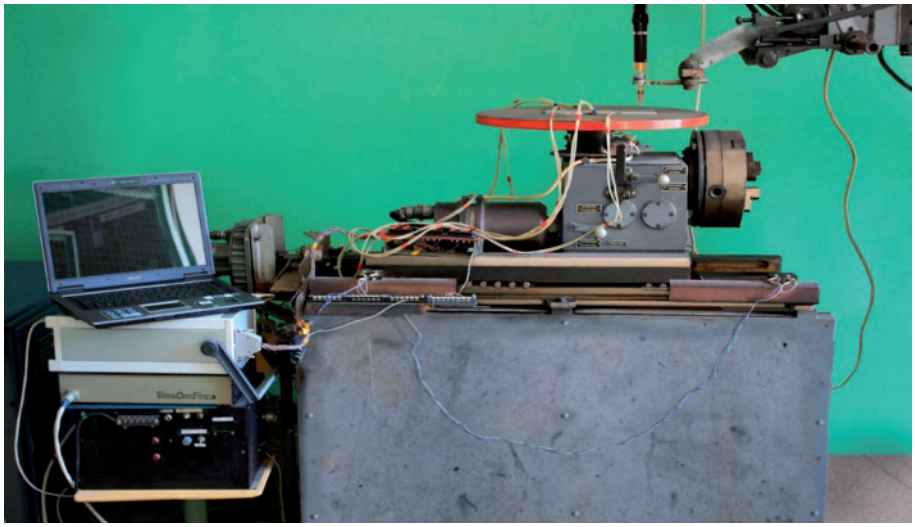


*Рис. 2. Установка для наплавки*

**Таблица 4**

Кодирование факторов

| Фактор | Верхний уровень $z_i^{\max}$ | Нижний уровень $z_i^{\min}$ | Центр $z_i^0$ | Шаг варьирования $\Delta z_i$ | Зависимость кодированной переменной от натуральной |
|---|---|---|---|---|---|
| $U_{св}$, В ($z_1$) | 28 | 22 | 25 | 3 | $x_1 = \frac{z_1 - 25}{3}$ |
| Вылет, мм ($z_2$) | 28 | 18 | 23 | 5 | $x_2 = \frac{z_2 - 23}{5}$ |

**Таблица 5**

Матрица планирования для ширины ($b$) шва

| $U_{св}$, В | Вылет, мм | Взаимодействие факторов | $b_1$, мм | $b_2$, мм | $b_3$, мм | $b_{ср}$, мм | $S^2$ | $b_{модель}$ | $k$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 (–) | 18 (–) | + | 8,62 | 8,74 | 8,69 | 8,68 | 0,065 | 8,68 | k0 | 11,81 |
| 28 (+) | 18 (–) | – | 15,89 | 15,65 | 15,2 | 15,58 | | 15,58 | k1 | 0,42 |
| 22 (–) | 28 (+) | – | 14,48 | 13,91 | 13,88 | 14,09 | | 14,10 | k2 | –0,32 |
| 28 (+) | 28 (+) | + | 8,75 | 9,02 | 8,85 | 8,87 | | 8,88 | k12 | –3,03 |

**Таблица 6**

Матрица планирования для высоты ($h$) шва

| $U_{св}$, В | Вылет, мм | Взаимодействие факторов | $h_1$, мм | $h_2$, мм | $h_3$, мм | $h_{ср}$, мм | $S^2$ | $h_{модель}$ | $k$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 (–) | 18 (–) | + | 3,93 | 4,28 | 4,52 | 4,24 | 0,163 | 4,49 | k0 | 3,72 |
| 28 (+) | 18 (–) | – | 2,84 | 2,79 | 3,02 | 2,88 | | 3,25 | k1 | –0,05 |
| 22 (–) | 28 (+) | – | 3,27 | 3,31 | 3,29 | 3,29 | | 3,28 | k2 | 0,16 |
| 28 (+) | 28 (+) | + | 4,92 | 4,41 | 4,08 | 4,47 | | 4,62 | k12 | 0,64 |

Коэффициенты уравнения регрессии $k$ определялись по методу наименьших квадратов, т.к. экспериментальные данные должны быть однородными и нормально распределенными.

Результаты расчетов представлены в табл. 5 и 6.

Все коэффициенты являются значимыми. Уравнение регрессии в кодированных переменных принимает вид

$$b = 11{,}81 + 0{,}42x_1 - 0{,}32x_2 - 3{,}03x_{12};$$

$$h = 3{,}72 - 0{,}05x_1 + 0{,}16x_2 + 0{,}64x_{12}.$$

В результате анализа полученных данных можно установить, что наибольшее влияние на ширину оказывает взаимодействие факторов $x_{12}$, затем напряжение $x_1$ и вылет $x_2$. Наибольшее влияние на высоту оказывает взаимодействие факторов $x_{12}$, затем вылет $x_2$ и напряжение $x_1$.

Полученные коэффициенты показывают, что с ростом напряжения ширина растет, а высота снижается. При увеличении величины вылета значение ширины падает, а высота валика растет.

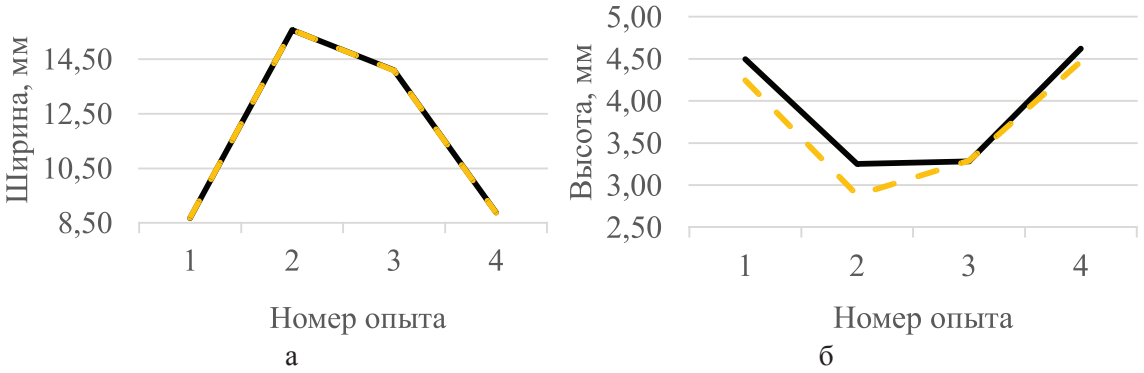
Вероятность ошибки задавалась на уровне 1%. Полученные модели для ширины и высоты наплавляемого валика в натуральных переменных имеют вид

$$b = -106{,}368 + 4{,}786 \cdot U + 4{,}986 \cdot l - 0{,}202 \cdot U \cdot l;$$

$$h = 28{,}253 - 0{,}981 \cdot U - 1{,}067 \cdot l + 0{,}043 \cdot U \cdot l.$$

Сравнение рассчитанных с помощью полученных моделей и экспериментальных параметров валиков представлено на рис. 3.

Используя полученную модель ширины шва, были построены номограммы для определения параметров наплавки (рис. 4, 5).




а б

*Рис. 3. Сравнение экспериментальных (штриховая линия) и расчетных (сплошная линия) данных: ширина (а) и высота (б) валика*

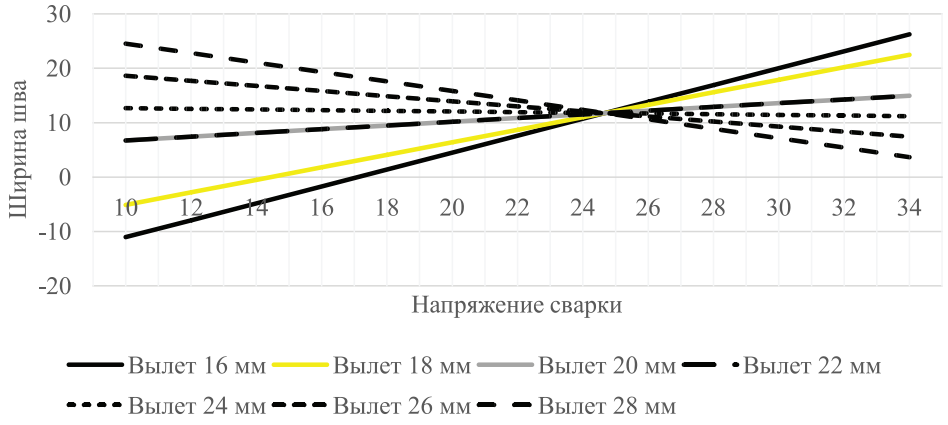



*Рис. 4. Номограмма связи параметров наплавки и ширины валика*

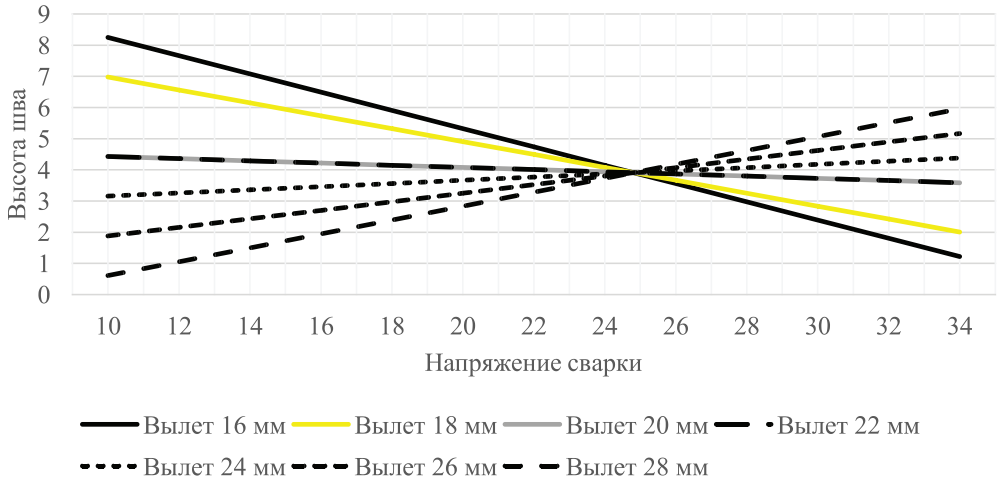



*Рис. 5. Номограмма связи параметров наплавки и высоты валика*

Полученные в ходе эксперимента модели ширины и высоты наплавки от напряжения и вылета позволяют производить подбор параметров режима сварки для получения оптимальных геометрических характеристик шва. Зависимости ширины и высоты шва от параметров наплавки представлены в виде номограмм.

## Список литературы

1. Гайдадин А.Н., Ефремова С.А. Применение полного факторного эксперимента при проведении исследований. – Волгоград: ВолгГТУ, 2008. – С. 3.

2. ГОСТ Р 50.1.040-2002. Статистические методы. Планирование экспериментов. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 2002. – 36 с.

3. Девятов С. Моделирование сварочных процессов с помощью программного обеспечения фирмы ESI Group // CADmaster. – 2010. – № 5. – С. 48.

4. Калмыков В.В., Антонюк Ф.И., Зенкин Н.В. Определение оптимального количества классов группирования экспериментальных данных при интервальных оценках // Южно-Сибирский научный вестник. – 2014. – № 3 (7). – С. 56–58.

5. Калмыков В.В., Федорова О.С. Основные статистические методы анализа результатов экспериментов // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2016. – № 1 (5). – С. 68–75. – URL: http://nto-journal.ru/uploads/articles/6543bd7766657d524707534f43de3f0f.pdf (дата обращения 25.02.2017).

6. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Авраменко М.Ю. Технологические предпосылки повышения эксплуатационных характеристик направляющих элементов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 8–1. – С. 55–58.

7. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Логутенкова Е.В. Краткий обзор отделочных операций, применяемых для повышения эксплуатационных характеристик деталей машин // Научный альманах. – 2015. – № 10–3 (12). – С. 183–186.

8. Попов В.С. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин: учебное пособие. – Запорожье: Изд-во ЗГТУ, 1999. – С.–311.

9. Свармонтажстрой: [сайт]. – URL: http://www.svarms.ru/ (дата обращения: 25.02.2017).

10. Семичева Л.Г. и др. Моделирование процессов сварки // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – № 6. – С. 180.

11. Murugan N., Parmar R.S. Effects of MIG process parameters on the geometry of the bead in the automatic surfacing of stainless steel // Journal of Materials Processing Technology. – 1994. – Т. 41. – № 4. – С. 381–398.

12. Siva K., Murugan N., Raghupathy V.P. Modelling, analysis and optimisation of weld bead parameters of nickel based overlay deposited by plasma transferred arc surfacing // Archives of Computational Materials Science and Surface Engineering. – 2009. – Т. 1. – № . 3. – С. 174–182.

УДК 658.5.011

# АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ТРУДА

**[1]Солод В.С., [1]Шабалин Г.А., [1]Новиков В.В., [1]Шабалина С.Г., [2]Склеменов Г.Ж.**

*[1]ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: sabalina@mail.ru;*

*[2]Министерство труда и социального развития Администрации Краснодарского края, Краснодар*

Настоящая статья посвящена анализу требований по реализации процессного подхода к менеджменту, содержащихся в действующих нормативных документах системы управления безопасностью труда. Целью исследования было обоснование необходимости использования процессного подхода для создания риск-ориентированных систем управления безопасностью труда на машиностроительных предприятиях. Управление современными системами охраны труда основано на системном и функциональном подходах к менеджменту, изложенных в нормативно-правовой документации. В основе действующих стандартов системы управления безопасностью труда также положены требования системности в соответствии с Конвенцией МОТ. Проведено сравнение с подходами и рекомендациями по процессному подходу для системы менеджмента качества. Сделан вывод о необходимости применения риск-ориентированного процессного подхода к системам охраны труда, несмотря на значительное количество нормативно-правовых требований и ограничений.

**Ключевые слова: нормативные документы, требования, процессный подход, риск-ориентированная система управления**

# ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR IMPLEMENTATION OF THE PROCESS APPROACH IN THE SYSTEMS OF SAFETY MANAGEMENT

**[1]Solod V.S., [1]Shabalin G.A., [1]Novikov V.V., [1]Shabalina S.G., [2]Sklemenov G.Zh.**

*[1]Kuban State Technological University, Krasnodar, e-mail: sabalina@mail.ru;*

*[2]Ministry of Labor and Social Development, Administration of Krasnodar Region, Krasnodar*

This article is devoted to the analysis of the requirements for the implementation of the process approach to management contained in the current regulatory documents of the labor safety management system. The purpose of the study was to justify the need to use a process approach to create risk-based safety management systems for machine-building enterprises. The management of modern OSH systems is based on the systemic and functional approaches to management set out in the regulatory and legal documentation. The existing standards of the occupational safety management system are also based on the systemic requirements in accordance with the ILO Convention. Comparison with approaches and recommendations on the process approach for the quality management system is made. The conclusion is made about the need to apply a risk – oriented process approach to OSH systems, despite a significant number of regulatory requirements and restrictions.

**Keywords: normative documents, requirements, process approach, risk-oriented management system**

В настоящее время в связи с использованием устаревшего оборудования, его значительной изношенностью, а также в связи с применением устаревших технологий на многих машиностроительных предприятиях отмечается неудовлетворительное положение в области охраны труда [1, 2]. Исходя из сложившейся ситуации, можно выделить два основных пути улучшения показателей деятельности, которые не требуют значительных финансовых вложений, так как не связаны с быстрым обновлением станочного парка или внедрением в производство инновационных технологий. Первый путь состоит в применении методов прогнозирования вероятных сбоев технологического процесса, приводящих к авариям и несчастным случаям. Второй путь состоит в улучшении системы управления за счет применения процессного подхода и обеспечения качества производственных процессов и процессов системы охраны труда. Одновременная реализация этих двух подходов позволила бы значительно повысить уровень безопасности уже существующих производств.

Процессный и риск-ориентированный подходы положены также в основу другой системы менеджмента – системы менеджмента качества. В стандартах менеджмента качества содержатся наиболее современные требования и рекомендации по системам управления.

**Целью настоящей статьи** является обоснование необходимости использования процессного подхода для создания риск-ориентированных систем управления

безопасностью труда на основе действующих стандартов системы управления охраной труда.

Нужно отметить, что системы управления безопасностью труда (СУБТ) и система менеджмента качества (СМК) значительно отличаются друг от друга, но являются частями единой системы менеджмента предприятия. Система управления охраной труда представляет собой одну из наиболее старых и распространенных систем управления, существующих в промышленности. Отличительная черта такой системы состоит в том, что всему, что касается охраны жизни и здоровья работников, придан единый государственный нормативно-правовой характер. Согласно ст. 211 Трудового кодекса РФ государственные нормативные требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности. К нормативным правовым актам, содержащим государственные нормативные требования охраны труда, относятся стандарты безопасности труда, правила и типовые инструкции по охране труда, государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила и нормы, санитарные нормы, санитарные правила и гигиенические нормативы, устанавливающие требования к факторам производственной среды и трудового процесса) [3]. Ни одна из существующих на предприятиях систем менеджмента не работает в таком насыщенном правовом поле. Создание, структуру, требования, задачи и функции системы охраны труда, порядок выполнения действий внутри системы одновременно регламентируют различные документы от Конституции РФ, постановлений правительства и федеральных законов до национальных, межгосударственных и международных стандартов. Подходы, цели, объем требований, задачи создания и область применения этих документов отличаются, хотя и направлены на достижение одной общей цели – поддержание приемлемого уровня безопасности на производстве.

Для нужд государственного контроля систем безопасности труда используются требования, изложенные в Типовом положении о системе управления охраной труда, утвержденном в Приказе Минтруда России от 19.08.2016 № 438н, и формы статистической отчетности по охране труда [4].

Методические функции по созданию систем управления выполняют стандарты. В настоящее время на территории РФ одновременно действуют национальные и межгосударственные стандарты, как в области управления безопасностью труда, так и в области менеджмента качества.

Создание систем менеджмента качества описано в национальных стандартах РФ [5, 6], и межгосударственных стандартах [7, 8]. Требования по реализации процессного подхода изначально были основой СМК, т.к. он позволяет рассматривать любую деятельность в виде процесса, направленного на достижение запланированного результата. Он дополнен системным подходом и предполагает применение цикла PDCA. Нужно отметить, что такой подход может применяться в любой системе менеджмента. Это значит, что система менеджмента управляет взаимодействующими процессами (системой процессов) и ресурсами, требуемыми для обеспечения значимых результатов для соответствующих заинтересованных сторон. Такой подход позволяет высшему руководству оптимизировать использование ресурсов, учитывая долгосрочные и краткосрочные последствия принятых решений. Деятельность системы ориентирована на удовлетворение потребностей внутренних и внешних потребителей и заинтересованных сторон, так как это гарантирует конкурентоспособность предприятия [5–8]. В стандартах сделан особый акцент на необходимость сочетания оценки рисков, цикла PDCA и процессного подхода.

Основное отличие СМК от систем управления охраной труда состоит в том, что результаты ее деятельности не настолько жестко регламентированы законодательством. Ограничения и требования определяются состоянием внешней среды организации и требованиями заинтересованных сторон, то есть носят экономический характер. Они в гораздо меньшей степени регламентируются государством, что предполагает большую свободу действий при проведении изменений. И, кроме того, применение стандартов системы менеджмента качества носит добровольный характер, а сами стандарты содержат методические рекомендации по созданию, эксплуатации СМК и требования, необходимые для сертификации. Для этих систем разработаны специфические средства и методы управления, которые могут быть полезны для всех систем менеджмента.

Рассмотрим наличие требований по процессному подходу в стандартах на системы управления безопасностью труда (СУБТ).

Близкие подходы к менеджменту предлагаются в стандарте системы безопасности труда ГОСТ Р 12.0.007-2009 [9]. Во введении к этому стандарту содержится прямое указание на необходимость применения одинаковых принципов и методологии при построении СМК и СУБТ. В основу модели системы управления безопасностью труда положен цикл, аналогичный циклу PDCA. Деятельность СУБТ основана на принципе последовательного выполнения функций управления: «организация – планирование и применение – оценка (контроль) – действия по совершенствованию» [9]. Стандарт предназначен для создания на предприятии эффективной системы управления охраной труда, элементы которой могут быть объединены с элементами других систем управления с тем, чтобы содействовать формированию интегрированной системы менеджмента. Стандарт содержит определение процессного подхода, системного подхода, а также определение понятия «система охраны труда». Согласно этому документу, применение в организации управляемой системы непрерывных взаимодействующих процессов, влияющих на охрану труда (при производстве), с использованием ресурсов называется «процессным подходом». Системный подход в нем рассматривается как управление системой процессов. Но этот стандарт относит процессы, связанные с охраной труда, к производственным процессам предприятия, а не к процессам системы управления охраной труда. В нем объединены понятия функция и действие, что характерно для перехода от функциональной системы управления к процессной.

В то же время в нем прямо говорится, что системный подход «позволяет сосредотачивать усилия на наиболее важных процессах и осуществлять непрерывное улучшение системы управления охраной труда посредством проверки (аудита), оценки и последующих модернизаций. В результате повышается результативность и эффективность деятельности организации в этой сфере» [9]. В стандарте прослеживается связь традиционных функций системы охраны труда и современных принципов процессного управления.

Таким образом, понимание «процессного подхода» отличается от трактовок, предложенных Международной организацией по стандартизации (ISO). В стандартах менеджмента качества ISO «любая деятельность, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Систематическое определение и менеджмент процессов, применяемых организацией, и особенно взаимодействие этих процессов могут рассматриваться как «процессный подход» [8]. Более позднее определение рассматривает «процессный подход» следующим образом: «Последовательные и прогнозируемые результаты достигаются более эффективно и результативно, когда деятельность осознается и управляется как взаимосвязанные процессы, которые функционируют как согласованная система. Система менеджмента качества предназначена для управления взаимосвязанными процессами, для достижения целей организации в области качества. Понимание того, каким образом этой системой создаются результаты, позволяет организации оптимизировать систему и ее результаты деятельности» [5]. Стандарт подчеркивает важность участия работников всех уровней и определяет эти уровни. Участие работников является важнейшим элементом системы управления охраной труда в организации. В этом он близок к представлениям альтернативного менеджмента.

В национальном стандарте РФ ГОСТ Р 54934-2012 [10] приняты во внимание соответствующие положения из ISO 9001, ILO–OSH и других стандартов или публикаций, касающихся систем менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Документ разработан с учетом совместимости с ГОСТ Р ИСО 9001. Модель, предложенная в стандарте, близка к модели менеджмента качества ISO, т.к. основана на применении цикла PDCA и позволяет управлять деятельностью на основе процессного подхода. но не содержит каких-либо определений или указаний по этому вопросу. Основным в этой системе менеджмента является идентификация опасностей и рисков, и все виды деятельности строятся на ее базе. Таким способом реализуется мышление, основанное на оценке рисков. В первую очередь рассматриваются те процессы, которые связаны с идентифицированными опасностями. Тем не менее рекомендуемые подходы очень близки к принципам и требованиям системы менеджмента качества. Можно ожидать, что применение в полной мере процессного подхода может значительно повысить эффективность и прозрачность систем менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.

Требования по применению процессного подхода в действующих стандартах на системы менеджмента качества и управления охраной труда

| ГОСТ Р 54934 – 2012/OHSAS 18001:2007 | | ГОСТ Р 12.0.007-2009 | | ГОСТ Р 12.0.230-2007 | | ГОСТ ISO 9001-2011 | | ГОСТ Р ИСО 9001-2015 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| – | Введение | – | Введение | | | 0<br>0.1<br>0.2 | Введение.<br>Общие положения.<br>Процессный подход | 0<br>01<br>03 | Введение.<br>Общие положения.<br>Процессный подход |
| 4.4.6 | Управление деятельностью | 4.1 | Системный подход к управлению охраной труда (процессы упоминаются в пп 4.1.2) | 4<br>4.3<br>4.3.2 | Система управления охраной труда в организации.<br>Обязанности и ответственность.<br>«Должны быть установлены структуры и процессы…» | 7.1<br>7.2<br>7.2.1<br>7.4.1<br>8.4 | Планирование процессов жизненного цикла продукции.<br>Процессы, связанные с потребителями.<br>Определение требований, относящихся к продукции.<br>Процесс закупок.<br>Мониторинг и измерение процессов | 4.4<br>7.1.4<br>7.1.6<br>8.1<br>8.4 | Система менеджмента качества и ее процессы.<br>Среда для функционирования процессов.<br>Знания организации (необходимые для функционирования ее процессов.<br>Планирование и управление деятельностью на стадиях жизненного цикла продукции и услуг.<br>Управление процессами, продукцией и услугами, поставляемыми внешними поставщиками |
| 4.5 | Проверки | 4.5 | Контроль | | | 8 | Измерение, анализ и улучшение | 9 | Оценка результатов деятельности |
| 4.5.1 | Измерение и мониторинг показателей деятельности | 4.5.1 | Мониторинг и измерение | | | 7.6<br>8.1<br>8.2.3<br>8.2.4<br>8.4 | Управление устройствами для мониторинга и измерений.<br>Общие положения.<br>Мониторинг и измерение процессов.<br>Мониторинг и измерение продукции.<br>Анализ данных | 9.1 | Мониторинг, измерение, анализ и оценка |

В пункте 6 рекомендацией Конвенции 187 МОТ установлено, что государства – члены МОТ должны содействовать принятию системного подхода к управлению охраной труда, изложенному в документе ILO-OSH 2001 [10]. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230 [11] полностью основан на выполнении этих рекомендаций. В его основе лежат требования к системам управления охраной труда, разработанные Международной организацией труда (МОТ), в соответствии с общепризнанными международными принципами, которые определены входящими в МОТ представителями трех сторон социально-трудовых отношений. Во введении к стандарту в модель системы управления охраной труда включены те же основные структурные элементы, что представлены в ГОСТ Р 12.007 [9]. Однако в этом стандарте не содержится прямых указаний на необходимость внедрения процессного и системного подхода. Отсутствуют также соответствующие определения. При этом всем руководителям в своих подразделениях в пределах полномочий и по своим направлениям следует обеспечивать наличие людских (человеческих), материальных и финансовых ресурсов, позволяющих эффективно разрабатывать, внедрять, пересматривать и поддерживать систему управления охраной труда.

В стандарте подробно описано распределение обязанностей и перечень документов по системе охраны труда и последовательность выполнения действий при реализации основных разделов системы. Таким образом, этот документ предполагает наличие в организации классического функционального подхода к менеджменту.

В таблице приведена сравнительная оценка требований по реализации процессного подхода в действующих стандартах системы безопасности труда, системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья и стандартах системы менеджмента качества. Приведенные данные подтверждают, что в стандартах системы управления безопасностью труда практически не содержится методических указаний по применению процессного подхода. Проведенной в них информации недостаточно для того, чтобы предприятия строили деятельность по управлению системой на его основе. При проверках государственными службами и в статистической информации по результатам деятельности систем управления безопасностью труда этот аспект и его влияние на улучшение показателей системы практически не учитывается.

Таким образом, анализ подходов к менеджменту показал, что стандарты на системы охраны труда гораздо меньше ориентированы на применение процессного подхода, чем стандарты системы менеджмента качества, несмотря на то, что процессный подход в них декларирован. Ни в одном из них не рассматриваются возможности улучшения показателей системы за счет улучшения качества процессов, а персонал не рассматривается как активная сила, непосредственно формирующая степень выполнения основных показателей деятельности предприятия по безопасности труда.

Это позволяет сделать вывод о том, что процессный подход недооценен при управлении системами охраны труда. Применение в полной мере подходов и принципов менеджмента качества процессов, предложенного в стандартах СМК, может стать эффективным инструментом повышения их результативности и эффективности. Развитие этих требований позволит расширить инструментарий специалистов в области управления охраной труда элементами нормативного, количественного и организационного подходов к менеджменту, положенных в основу инструментов, средств и методов управления качеством.

**Список литературы**

1. Литвинов А.Е., Новиков В.В., Чукарин А.Н. Разработка устройства/снижения шума и уменьшения травматизма операторов многопильных станков // СТИН. – 2017. – № 4. – С. 7–8.

2. Литвинов А.Е., Новиков В.В. Разработка комплексной системы управления охраной труда на предприятиях машиностроения, укомплектованных станками пильной группы // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – 2017. – № 125(01). – URL: http://ej.kubagro.ru/2017/01/ pdf/32.pdf 1. (дата обращения 5.04.2017).

3. Положение о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» (утв. Постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 1160) // Система ГАРАНТ [Электронный ресурс]. – URL: http://base.garant.ru/55170266/#ixzz4dTuS3Gfs (дата обращения 3.04.2017).

4. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н «Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда» // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420376480 (дата обращения 10.04.2017).

5. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200124394 (дата обращения 10.04.2017).

6. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200124393/(дата обращения 10.04.2017).

7. ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200093424/(дата обращения 10.04.2017).

8. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200093426 (дата обращения 10.04.2017).

9. ГОСТ Р 12.0.007-2009 ССБТ. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200071037 (дата обращения 10.04.2017).

10. ГОСТ Р 54934– 2012/OHSAS 18001:2007. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200094433 (дата обращения 10.04.2017).

11. ГОСТ 12.0.230-2007. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования ILO-OSH2001 // Техэксперт. Электронный фонд Кодекс [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200052851 (дата обращения 10.04.2017).

УДК 665.662.5/.753.4

# УЛУЧШЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

**Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т.**

*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, e-mail: kaskad@ufanet.ru*

Статья посвящена анализу способов получения товарного дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами. Приведен сравнительный анализ двух основных способов улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива: за счет процесса гидродепарафинизации и добавления к топливу депрессорной присадки. В данной работе исследованы присадки Keroflux ES 6100 и Difron 315. Количество добавляемой присадки в дизельное топливо во многом зависит от углеводородного состава, температуры помутнения, типа и количества парафинов и других параметров. В статье приведены данные испытания 12 образцов дизельного топлива, содержащих присадку Keroflux ES 6100 от 0,10 до 0,50% мас. и присадку Difron 315 в концентрациях 0,10, до 0,70% мас. Исследованиями установлено, что обе присадки обладают высоким депрессорным эффектом в топливе. Температура застывания топлива, в зависимости от введенной в него присадки, находится в пределах от минус 36 °С до минус 45 °С, а предельная температура фильтрации – от минус 20 °С до минус 33 °С. По эффективности действия все исследуемые присадки можно расположить в следующем порядке: Difron 315, Keroflux 6100. Для обеспечения точности дозировки присадки, а также увеличения безопасности процесса представлена технологическая схема приготовления товарного дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

**Ключевые слова: дизельное топливо, катализатор, депарафинизация, парафин, плотность, фракционный состав**

# IMPROVING THE LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF DIESEL FUEL

**Urazaeva A.A., Sidorov G.M., Valinurov R.R., Aznabaev Sh.T.**

*Federal State Budgetar Educational Institution of Higher Education Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: kaskad@ufanet.ru*

The article is devoted to analysis of ways of getting commercial diesel fuel with improved low-temperature properties. An analysis of the two basic ways of improving the low-temperature properties of diesel fuel: through the process of gidrodeparafinizacii and add depressornoj to the fuel additive. This work investigated the additive Keroflux ES 6100 and 315 Difron. The amount of diesel fuel additives to be added depends largely on the hydrocarbon composition, temperature, turbidity, type and amount of paraffin and other parameters. These tests are given in the article 12 designs of diesel fuel containing the additive Keroflux ES 6100 from 0,10 to 0,50%. and additive Difron 315 at concentrations of 0,10, to 0,70% of the mass. Research found that both additives possess high depressornym effect in the fuel. Freezing temperature fuel, depending on the additives it imposed, is in the range of minus 36 °C to minus 45 °C, while the maximum junction temperature filtration-from-20 °C to 33 °C. On the effectiveness of all researched additives can be arranged in the following order: Difron 315, 6100 Keroflux. To ensure accurate dosing of additives, as well as increased security process, provided the technological scheme of preparation of commercial diesel fuel with improved low-temperature properties.

**Keywords: diesel, catalyst, dewaxing, paraffin, density, fractional composition**

Одним из основных, перспективных на данный момент способов получения зимних марок дизельного топлива является каталитическая депарафинизация в среде водорода. При этом нормальные и слаборазветвленные парафиновые углеводороды избирательно подвергаются расщеплению на меньшие молекулы. Этот процесс позволяет получить дизельные топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами.

Процесс каталитической депарафинизации протекает в узком интервале параметров, изменение которых позволяет либо максимизировать выход продукта, либо максимально улучшить низкотемпературные свойства. Основной задачей процесса является улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива. В ходе процесса гидродепарафинизации средних дистиллятов происходит также гидроочистка дизельного топлива, насыщение ароматических соединений. К достоинствам процесса каталитической депарафинизации относятся:

– высокая гибкость процесса: на одной и той же установке можно получать фракции базовых масел и дистиллятные фракции с хорошими низкотемпературными свойствами;

– качество получаемых продуктов остается стабильным в течение всего цикла;

– минимальное снижение вязкости получаемых продуктов по сравнении с другими способами депарафинизации;

– стабильность и длительный срок службы катализатора.

Еще в 1970-х гг. XX века Фирма British Petroleum (BP) разработала и впервые предложила процесс каталитической депарафинизации базовых масел для получения температуры застывания продукта ниже минус 40 °С. В процессе сырье подвергали обработке на катализаторах на основе морденита и платины в присутствии водорода. Благодаря использованию катализатора происходит гидрокрекинг парафиновых углеводородов и улучшается температура текучести продукта при низких температурах. Однако широкого промышленного применения данный процесс не получил. В дальнейшем фирмы Mobil и Chevron, в 1981 и 1983 гг. соответственно, разработали процесс каталитической гидродепарафинизации с использованием катализатора на основе цеолита ZSM-5 [10].

Процесс каталитической депарафинизации осуществляется при высоких температурах и давлении в среде водорода на металлсодержащих катализаторах на основе цеолита. Качество и выход получаемых продуктов зависят от режима процесса каталитической гидродепарафинизации, исходного сырья и типа катализаторов.

В зависимости от состава и качества исходных нефтей выявлен средний групповой углеводородный состав исходного сырья, гидроочищенного дизельного толпива и гидродепарафинизата.

Процесс основан на следующих реакциях [5]:

– селективный гидрокрекинг, когда происходит расщепление нормальных парафиновых углеводородов, а также алкильных заместителей нафтенов и ароматических углеводородов;

– изомеризация, изменение углеродного скелета парафиновых углеводородов с образованием разветвленных структур;

– гидрирование, в среде водорода на металлических центрах катализатора происходит насыщение ароматических, нафтеновых и олефиновых соединений до соответствующих им алканов и циклоалканов;

– гидродециклизация, образованные циклоалканы вступают в реакцию гидрирования с разрывом цикла и образованием соответствующего алкана;

– образование кокса.

На температурные показатели процесса кроме парафинов линейного строения отрицательно влияют нафтеновые и ароматические углеводороды с длинными алкильными заместителями нормального строения. Катализатор гидродепарафинизации обладает высокой селективностью, которая позволяет подвергать крекингу только углеводороды нормального строения, так же и с алкильными заместителями. Расщепление самих колец происходит незначительно. Распад кольца и насыщение образовавшегося углеводорода происходит в основном

**Таблица 1**

Групповой углеводородный состав исходного сырья, гидроочищенного дизельного топлива и гидродепарафинизата

| Состав, % мас. | Исходная дизельная фракция | Гидроочищенная дизельная фракция | Гидродепарафинизат P = 5,0 МПа, ОСПС 1,0 $ч^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| Парафиновые | 48 | 51,4 | 39,6 |
| В том числе: | | | |
| – н-строения | 36,6 | 33,1 | 11,8 |
| – изо-строения | 11,4 | 17,3 | 27,8 |
| Нафтеновые | 25,0 | 25,1 | 38,6 |
| В том числе: | | | |
| – моноциклические | 10,2 | 14,0 | 16,1 |
| – бициклические | 6,4 | 4,8 | 15,1 |
| – трициклические | 5,4 | 3,7 | 5,5 |
| – тетрациклические | 3,0 | 2,6 | 1,9 |
| Ароматические | 26,4 | 23,4 | 22,1 |
| В том числе: | | | |
| – алкилбензолы | 7,0 | 10,5 | 12,8 |
| – тетралины | 5,9 | 6,5 | 7,5 |
| – динафтенбензолы | 2,9 | 2,4 | 1,5 |
| – нафталины | 6,3 | 1,8 | 0,6 |
| – фенантрены | 0,9 | 1,4 | – |
| – аценафтены | 1,4 | 0,8 | – |
| Смолы | 0,9 | 0,5 | 0,4 |

на катализаторах с низкой кислотной активностью. На катализаторах, имеющих умеренную кислотную активность и высокую гидрирующую способность, образуются длинноцепочечные парафины. Изомеризированные парафины образуются на катализаторах с высокой кислотностью [3].

Механизм реакции начинается с того, что на металлическом центре катализатора образуется олефин, который адсорбируется на кислотный центр и образует карбениевый ион. Карбениевый ион, в свою очередь, изомеризуется или расщепляется, образуя более устойчивый карбениевый ион и олефин. Олефины могут взаимодействовать с карбениевыми ионами. Концом реакции считается гидрогенизациия олефина. Относительная скорость протекания реакции зависит от того, как прочно адсорбировался реагент на поверхности катализатора.

В 1993 г. фирма Chevron разработала процесс изодепарафинизации [7]. В этом процессе снижение температуры текучести продукта достигается не за счет гидрокрекинга нормальных парафинов, а за счет их гидроизомеризации. Продукт, получаемый в процессе изодепарафинизации, обладает хорошими низкотемпературными свойствами, показателями летучести и стойкости к окислению.

Опыт производства зимних дизельных топлив соответствующего качества показывает, что процесс гидродепарафинизации хорошо интегрируется с процессом глубокого гидрообессеривания. При глубокой гидроочистке снижается смазывающая способность дизельного топлива. Для восстановления смазывающей способности в дизельное топливо добавляют противоизносные присадки [2, 8].

На данный момент в России существует 6 установок гидродепарафинизации, производящих арктическое дизельное топливо [6]. Основную часть арктического дизельного топлива получают облегчением фракционного состава, при этом ресурс дизельного топлива сокращается, что способствует уменьшению выработки светлых нефтепродуктов на нефтеперерерабатывающих заводах. При этом изменяется состав тех же вакуумных газойлей первичной перегонки, в составе которых оказываются тяжелые компоненты, не вошедшие в состав зимнего дизельного топлива. Увеличивается нагрузка на вторичные процессы переработки вакуумных газойлей, в то время как понижается загрузка гидроочистки средних фракций. Все эти изменения негативно сказываются как на экономике предприятия, влияют и на износ оборудования.

Одной из проблем использования дизельного топлива в условиях Крайнего Севера является не полная реализация имеющегося летнего дизельного топлива. Летнее дизельное топливо неприменимо в зимних условиях, по этой причине резервуары и емкости, в которых оно осталось, вынуждены консервировать до наступления летнего сезона [4].

Дизельное топливо как смесь углеводородов различной плотности обладает низкой вязкостью, по этой причине при длительном хранении имеет тенденцию к расслаиванию. Тяжелые компоненты дизельного топлива скапливаются на дне резервуара, в то время как легкие и средние углеводороды остаются в общей массе. При расслоении качественные показатели дизельного топлива значительно ухудшаются: понижается плотность; облегчается фракционный состав; понижается смазывающая способность, а отложения на дне резервуара должны быть удалены.

Основной причиной неприменимости летних сортов дизеля в зимних условиях являются низкотемпературные свойства. Для достижения полной реализации летнего дизельного топлива в зимний период необходимо улучшить эти низкотемпературные свойства.

Выполнено сравнение двух основных способов улучшения свойств дизельного топлива: переработка в составе сырья гидродепарафинизации и добавление депрессорных присадок.

Как и говорилось ранее, в России всего 6 установок гидродепарафинизации, на которых можно было бы переработать остатки дизельного топлива. Они расположены в городах Ухта, Сургут, Комсомольск, Кириши, Омск, Ачинск. На рис. 1 показано расположение этих заводов на территории Российской Федерации.

Налив дизельного топлива из резервуаров в автоцистерны или на железнодорожный транспорт, а также перевозка остатков дизельного топлива на эти заводы вызывает затруднения. По этой причине рассмотрена возможность улучшения низкотемпературных свойств летних сортов дизельного топлива за счет введения в них депрессорных присадок [1, 4, 9].

С целью улучшения низкотемпературных свойств товарных дизельных топлив используют различные депрессорные присадки. В данной работе рассмотрены

присадки Keroflux ES 6100 и Difron 315. Количество добавляемой присадки в дизельное топливо зависит от его углеводородного состава. Присадка Difron 315 используется для улучшения низкотемпературных свойств среднедистиллятных топлив. Присадка растворяется в любых пропорциях в ароматических и алифатических растворителях, но нерастворима в воде.

В работе были приготовлены и испытаны 12 образцов дизельных топлив, содержащих присадку Keroflux ES 6100 в концентрациях от 0,10 до 0,50% масс. и присадку Difron 315 в концентрациях от 0,10 до 0,70% мас. В табл. 2 и 3 представлены результаты исследования.

Из приведённых данных видно, что характер поведения депрессорных присадок несхожий. При добавлении присадки 0,10; 0,2 и 0,50% мас. у топлива наблюдается улучшение низкотемпературных свойств, но с увеличением концентрации присадки Keroflux ES 6100 низкотемпературные показатели топлива ухудшаются.

*Рис. 1. Расположение установок гидродепарафинизации на территории России*

**Таблица 2**

Зависимость температуры застывания и предельной температуры фильтруемости от концентрации депрессорной присадки Keroflux 6100

| Концентрация присадки, % мас. | Температура застывания, °С | Предельная температура фильтруемости, °С |
|---|---|---|
| Без присадки | –28 | –17 |
| 0,10 | –36 | –20 |
| 0,20 | –39 | –25 |
| 0,50 | –35 | –23 |

**Таблица 3**

Зависимость температуры застывания и предельной температуры фильтруемости от концентрации депрессорной присадки Difron 315

| Концентрация присадки, % мас. | Температура застывания, °С | Предельная температура фильтруемости, °С |
|---|---|---|
| Без присадки | –28 | –17 |
| 0,10 | –45 | –33 |
| 0,20 | –46 | –33 |
| 0,40 | –47 | –34 |
| 0,45 | –48 | –35 |
| 0,50 | –51 | –38 |
| 0,55 | –53 | –39 |
| 0,60 | –50 | –34 |
| 0,70 | –39 | –31 |

Добавление депрессорной присадки Difron 315 улучшает низкотемпературные показатели, при указанных выше концентрациях, но при концентрации свыше 0,55 % масс. температура застывания и фильтрации увеличиваются. Стоит отметить, что обе присадки достаточно эффективно снижают температуру застывания и фильтрации [4].

Для присадки Keroflux 6100 максимальное снижение температуры застывания (от минус 28 °С до минус 39 °С) и предельной температуры фильтрации (от минус 17 °С до минус 25 °С) достигается при концентрации присадки в 0,20 % масс.. Максимальное снижение температуры застывания для дизельной фракции (от минус 28 °С до минус 53 °С) и предельной температуры фильтрации (от минус 17 °С до минус 39 °С) исследуемых образцов дизельной фракции достигается при введении в фракцию 0,55 % (масс.) присадки Difron 315.

В обоих используемых присадках активным веществом является сополимер винилацетата с алкилметакрилатом, но его содержание и используемые растворители различны. Возможно, эти различия в поведении двух присадок в топливе, может быть объяснено концентрацией в товарной форме (содержание активного вещества в присадке Keroflux 6100 – 60–75 %, в присадке Difron 315 – 70–85 %).

Поведение присадок зависит также от взаимного молекулярно-массового распределения мономерных звеньев молекуле полимера (соотношение этиленовых и винилацетатных звеньев). Важную роль играет также растворитель, который влияет на структурно-объемное состояние молекулы полимера: «клубок» или «нить».

Из представленных данных видно, что обе присадки обладают высоким депрессорным эффектом в топливе. При минимальной концентрации 0,10 % масс., указанных выше присадок, температура застывания топлива, в зависимости от введенной в него присадки, находится в пределах от минус 36 °С до минус 45 °С, а предельная температура фильтрации – от минус 20 °С до минус 33 °С. По эффективности действия все исследуемые присадки можно расположить в следующем порядке: Difron 315, Keroflux 6100.

Максимальное снижение температуры застывания для дизельной фракции (от минус 28 °С до минус 53 °С) и предельной температуры фильтрации (от минус 17 °С до минус 39 °С) исследуемых образцов дизельной фракции достигается при введении в фракцию 0,55 % масс. присадки Difron 315. Таким образом, полученные результаты позволили выявить наиболее оптимальные концентрации рассматриваемых присадок в топливе. Для присадки Keroflux 6100 эта концентрация составила 0,2 % масс., для присадки Difron 315 – 0,55 % масс.

Для обеспечения точности дозировки присадки, а так же увеличения безопасности процесса, на рис. 2 представлена технологическая схема приготовления товарного дизельного топлива с улучшенными низкотемпературными свойствами, применимая ко всем резервуарам.

Присадка перекачивается из емкости хранения Е-1 насосом Н-1 и смешивается с потоком летнего дизельного топлива перекачиваемого насосом Н-2 из резервуара Р-1 с образованием грубой эмульсии. Расход дизельного топлива на смешение контролируется расходомером поз. FIRC2, регулируется клапаном поз. FV2. Расход присадки контролируется расходомером поз. FIRC1, регулируется клапаном поз. FV 1. Далее смесь поступает в статический цилиндрический смеситель С. После чего готовое арктическое дизельное топливо поступает в резервуар Р-2. Уровень в емкости Е-1 контролируется уровнемером поз. LIRA1. Уровень в резервуаре Р-1 контролируется уровнемером поз. LIRA2. Уровень в резервуаре Р-2 контролируется уровнемером поз. LIRA3.

**Таблица 4**

Влияние исследуемых присадок, введенных в дизельную фракцию в 0,1 %-ной концентрации на его низкотемпературные свойства

| | Дизельная фракция без добавления присадок | Дизельная фракция с добавлением Keroflux 6100 | Дизельная фракция с добавлением Difron 315 |
|---|---|---|---|
| Температура застывания, °С | –28 | –36 | –45 |
| Предельная температура фильтруемости, °С | –17 | –25 | –33 |

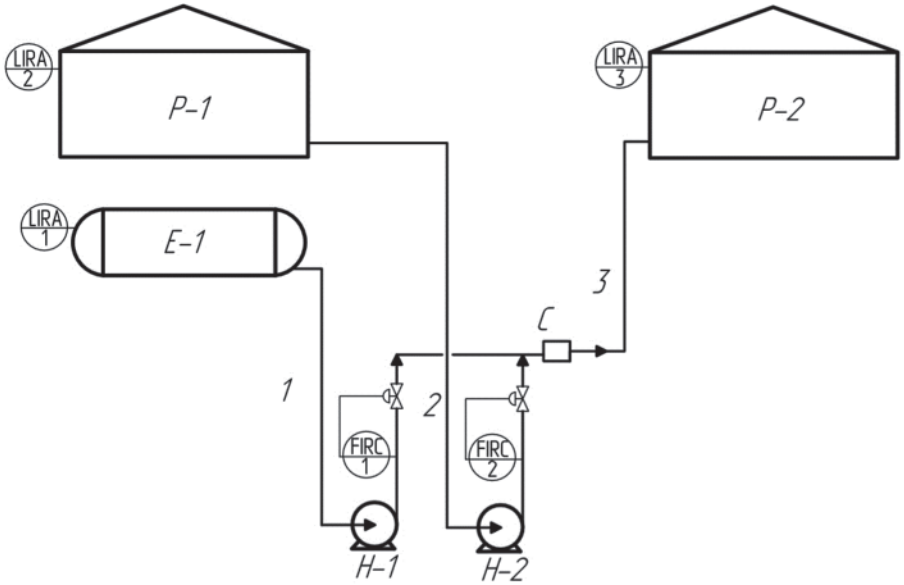



*Рис. 2. Технологическая схема приготовления арктического дизельного топлива: Р-1 – резервуар с дизельным топливом летним; Р-2 – резервуар с готовой продукцией; Е-1 – емкость для присадки; Н-1 – дозирующий насос; Н-2 – насос для перекачки дизельного топлива; С – смеситель; 1 – присадка; 2 – дизельное топливо; 3 – готовая продукция*

Применение технологии улучшения низкотемпературных свойств «летних» сортов дизельного топлива позволит избежать затоваривания и стагнации резервуаров, а также способствует минимизации последствий простоя дизельного топлива (расслоения).

Разработанная технологическая схема позволит безопасно и с требуемой точностью смешивать «летнее» дизельное топливо с присадкой и получать дизельное топливо с требуемыми низкотемпературными свойствами.

В случае применения присадки Keroflux 6100 на каждую тонну «летнего» дизельного топлива необходимо подать 2 кг присадки (0,20 % мас. на сырье) для присадки Difron 315 – 5,5 кг (0,55 % мас. на сырье).

### Список литературы

1. Башкатова С.Т. Присадки к дизельным топливам. – М.: Химия, 1994. – 256 с.

2. Баулин О.А., Рахимов М.Н., Рахимова З.Ф., Ахметов А.Ф. Вариант повышения смазывающей способности дизельных топлив с улучшенными экологическими показателями // Башкирский химический журнал. – 2005. – Т. 2, № 4. – С. 72–74.

3. Вишневская М.В. Катион-радикальные механизмы каталитических превращений углеводородов // Соровский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 3. – С. 33–38.

4. Иовлева Е.Л. Получение низкозастывающих дизельных топлив на примере Талаканской нефти: дис. … канд. техн. наук. – Уфа, 2016. – 116 с.

5. Киселева Т.П., Алиев Р.Р., Посохова О.М., Целютина М.И. Каталитическая депарафинизация: состояние и перспективы. Часть 1 // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2016. – № 1. – С. 3–8.

6. Лебедев Б.Л., Афанасьев И.П., Ишмурзин А.В., Талалаев С.Ю., Штеба В.Э., Камешков А.В., Домнин П.И. Производство зимнего дизельного топлива в России // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2015. – № 4. – С. 19–27.

7. Новацкий Г.Н., Водолажский С.В., Соколов Б.Г. Современные методы улучшения качества дизельных топлив // НефтьГазПромышленность. – 2004. – № 1. – С. 221–230.

8. Рябова В.И., Сидоров Г.М. Производство дизельного топлива с улучшенными экологическими свойствами // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: сб. матер. конф. – Кн. 2. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – С. 124.

9. Тертерян Р.А., Башкатова С.Т. Депрессорные присадки к дизельным топливам. – М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1987. – 67 с.

10. Хьюв Л. Семинары фирмы «Крайтерион». Технологии и катализаторы депарафинизации компании ShellGlobalSolutions. – М., Сентябрь, 2001. – С. 1–30.

УДК 624.05:658.511

# АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ

**Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Пакулов С.А., Главинская М.М.**

*ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Иркутск, e-mail: promteplo@yandex.ru*

В статье представлен анализ технологий зимнего бетонирования, представлены результаты исследований и расчеты применения подогрева бетонных смесей для увеличения качества производства строительных работ. Представлена оценка разных методов подогрева бетонных смесей, показаны преимущества и недостатки каждого метода. В результате исследований было определено, что прогрев методом резистивной греющей (термоактивной) опалубки в системах зимнего бетонирования имеет значительную экономическую эффективность, потребление нагревательными элементами электроэнергии более чем на 30% меньше, чем при других видов электрического подогрева. В результате проделанной работы было показано, что внедрение новых типов нагревательных элементов поможет увеличить не только качество выполняемых работ по зимнему бетонированию, но и существенно снизить экономические затраты. Исследования и расчеты авторов показали, что прогрев с помощью термоактивной опалубки является экономически привлекательным для использования в строительных компаниях при массовой застройке в климатических условиях, в которых превалируют отрицательные температуры.

**Ключевые слова: зимнее бетонирование, электронагрев, полупроводниковые материалы, полупроводниковые нагревательные элементы**

# ANALYSIS OF CONSTRUCTION WORKS IN WINTER TIME

**Shelekhov I.Yu., Smirnov E.I., Pakulov S.A., Glavinskaya M.M.**

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: promteplo@yandex.ru*

The article presents the analysis of technologies of winter concreting, presents the results of research and calculations application of heated concrete mixes to increase the quality of construction works. Presents evaluation of different methods for heating concrete mixtures, the advantages and disadvantages of each method. As a result of research, it was determined that heating by the method of resistive heating (thermosetting) of the formwork systems winter concreting has significant economic efficiency, the consumption of heating elements of electricity by more than 30% less than other types of electric heating. In a result of the done work it was shown that the introduction of new types of heating elements will help to increase not only the quality of work on winter concreting, but also significantly reduce the economic costs. Research and calculations showed that the heating by using the thermosetting formwork is economically attractive for use in construction companies with mass building in the climatic conditions which prevail negative temperature.

**Keywords: winter concreting, electric heating, semiconductor materials, semiconductor heating elements**

В комплексе работ по возведению сооружений основную часть составляют бетонные работы. Для их качественного выполнения требуется учитывать разнообразные условия и выбирать наиболее эффективные способы ведения. Бетонные работы включают в себя набор производственных процессов, позволяющих получить бетонную кладку нужного качества с наименьшими затратами и в оптимальные сроки. В период времени, когда превалируют отрицательные температуры, при разработке проекта производства бетонных работ необходимо учитывать все требования СНиП и достичь максимальную эффективность проектируемых мероприятий. Процесс проектирования должен осуществляться с учетом температурно-влажностного режима твердения бетона при строительстве бетонных сооружений в различных климатических условиях, и особенно зимой, это является одним из основных вопросов производства бетонных работ [1]. Учет состава композиционных добавок и температурно-влажностных режимов необходим для обеспечения прочности сооружений из бетона и определяет их основные качественные характеристики. Кроме этого это определяет временные характеристики производства работ, которые в свою очередь влияют на весь спектр строительно-монтажных работ. Исходя из реального состояния дел в строительной отрасли, применение сложных и материалоёмких устройств для обеспечения необходимого качества выполняемых работ сложно реализуемо и экономически не целесообразно. Поэтому необходимы новые инновационные технические решения, которые позволят обеспечить необходимое качество выполняемых работ и снизить материальные издержки [2].

Данная статья посвящена исследованиям инновационных технологий производства бетонных работ в зимний период с исследованием различных способов прогрева

бетонных смесей с помощью композиционных материалов разработанным алгоритмом управления поддержания заданных параметров, в зависимости от процесса набора прочности бетона и климатических факторов.

**Целью наших исследований** был анализ процессов производства бетонных работ с алгоритмическим контролем температурно-влажностного режима при производстве бетонных сооружений в зимних климатических условиях, позволяющие получить бетонную кладку нужного качества с наименьшими энергетическими затратами и в оптимальные сроки. А также оптимизация производственного процесса бетонирования в зимний период времени с разработкой алгоритма управления процесса поддержания температурного интервала, в зависимости от процесса набора прочности бетона и климатических факторов.

## Материалы и методы исследования

Результаты исследований были проведены на реально существующих строительных площадках г. Иркутска: строительство жилищного комплекса «Новая эра» и строительство жилого дома в мкр. Зелёный для министерства обороны РФ.

Перед началом проведения экспериментов были изучены все способы зимнего бетонирования, которые применяются в настоящее время, произведена оценка преимущества и недостатков каждого из способов [3].

В комплексе работ по возведению сооружений при современном строительстве основополагающую часть составляют бетонные работы.

Известно, что при температуре +5 °С бетонные смеси резко снижают набор прочности. Все реакции гидратации (твердения) бетона замедляются. При температуре ниже 0 °С химически несвязанная вода превращается в лед и увеличивается в объеме приблизительно на 9 %. В результате в бетоне возникают напряжения, разрушающие его структуру. Замерзший бетон обладает высокой прочностью, но только за счет сцепления замерзшей воды.

При оттаивании процесс гидратации цемента возобновляется, но из-за нарушений структуры бетон не может набрать проектной прочности и его качество значительно ниже, чем не подвергавшегося замерзанию [4].

Внесение химических добавок приводит к некоторому замедлению набора прочности бетоном по сравнению со скоростью твердения бетона в нормальных условиях, но хим. добавки не панацея от низких температур.

В период времени, когда превалируют отрицательные температуры, при разработке проекта производства бетонных работ необходимо учитывать все требования СНиП и получить максимальную эффективность проектируемых мероприятий. Процесс проектирования должен осуществляться с учетом температурно-влажностного режима твердения бетона при строительстве бетонных сооружений в различных климатических условиях, и особенно зимой, это является одним из основных вопросов производства бетонных работ. Учет состава композиционных добавок и температурно-влажностных режимов необходим для обеспечения прочности сооружений из бетона и определяет его основные качественные характеристики. Кроме этого определяют временные характеристики производства работ, которые в свою очередь влияют на весь спектр строительно-монтажных работ [5].

Поэтому необходимы новые инновационные технические решения, которые позволят обеспечить необходимое качество выполняемых работ и снизить материальные издержки, также нужно учитывать сложность всех проводимых работ и осознавать ответственность за результат своей работы.

Для проведения исследований нами была изготовлена термоактивная опалубка, параметры которой меняются в зависимости внешних метеорологических условий.

Термоактивной (греющей) опалубкой называются многослойные щиты, которые оснащены нагревательными элементами и утеплены. Теплота через палубу щита передается в поверхностный слой бетона, а затем распространяется по всей его толщине. Обогрев бетона таким способом не зависит от температуры наружного воздуха. Греющую опалубку применяют при возведении тонкостенных и среднемассивных конструкций, а также при замоноличивании стыков и швов при температуре наружного воздуха до –40 °С. Конструкции греющей опалубки многообразны. Основное требование, предъявляемое к ним, – равномерность распределения температуры по опалубке щита [6].

В качестве нагревательных элементов применяют трубчатые электронагреватели (ТЭНы), греющие провода и кабели, гибкие тканевые ленты, а также нагреватели, изготовленные из нихромовой проволоки, композиции полимерных материалов с графитом (углеродные ленточные нагреватели) и токопроводящими элементами и др.

Перед установкой термоактивной щитовой опалубки проверяют осмотром целостность изоляции и электрической разводки. Опалубку устанавливают в блок бетонирования отдельными щитами вручную или укрупненными панелями с помощью кранов. После крепления щиты и панели подсоединяют к электрической сети. Установки для питания термоактивной опалубки и управления режимом прогрева бетона состоят из понижающего трансформатора, системы разводки, щита управления и помещения для дежурного электрика или оператора.

Для изготовления термоактивной опалубки нами был использован нагревательный элемент с положительным коэффициентом сопротивления [7]. При эксплуатации в нормальных условиях, в температурном диапазоне до 40 °С, учитывая градиент температуры на поверхности нагревательного элемента, процентное изменение сопротивления, а соответственно, и изменение удельной мощности не превышает значения ±0,5 %. При изменении внешних метеорологических условий, когда внешняя температура уменьшается, соответственно меняется коэффициент теплоотдачи и изменяется температура на самом нагревательном элементе. Для того, чтобы восстановить температуру, нагревательный элемент меняет свое сопротивление и восстанавливает температуру. При существенных изменениях теплоотдачи максимальное изменение выделяемой мощности составляет 40 %. Характеристики применяемого нагревательного элемента полностью моделируют работу терморегулирующего устройства [8]. На рис. 1 показан внешний вид нагревательного элемента, а на рис. 2 показан внешний вид изготовленной термоактивной опалубки.

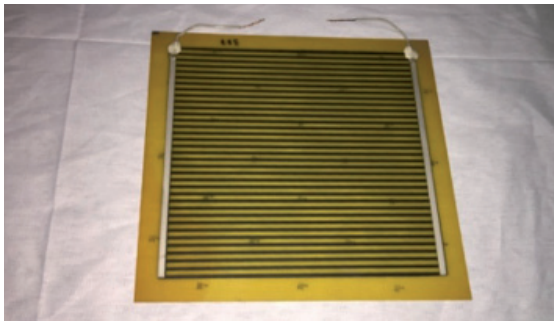


*Рис. 1. Внешний вид нагревательного элемента*

Кратко рассмотрим некоторые способы прогрева бетона [9, 10]:

**Прогрев методом тепляк**

Достоинства: простота конструкций (не требует квалифицированной рабочей силы), простота использования.

Недостатки: энергозатратность, дополнительные временные затраты на возведение конструкций и сами затраты на материалы.

**Прогрев методом стержневых арматурных электродов**

Достоинства: дешёвые электроды, простота использования.

Недостатки: энергозатратность, сложность в поддержании равномерности прогрева, необходимо постоянно контролировать процесс.

**Прогрев методом резистивных греющих кабелей**

Достоинства: небольшие энергозатраты, простота использования, равномерный прогрев.

Недостатки: дороговизна самого кабеля, необходимость в технически грамотном и аккуратном персонале.

**Прогрев методом резистивной греющей (термоактивной) опалубки:**

Достоинства: небольшие энергозатраты, простота использования, равномерный прогрев, многооборотность, а значит, быстрая окупаемость.

Недостатки: нет серийного производства, дороговизна изготовления, квалифицированный обслуживающий персонал.

## Результаты исследования и их обсуждение

Каждая схема прогрева бетонной смеси проводилась с помощью инновационной разработки – модуля, который с помощью разработанного алгоритма управления схемами прогрева контролировал параметры: температура наружного воздуха, температура бетонной смеси, ветровая нагрузка на элемент конструкции.

С помощью разработанного программного обеспечения обеспечивался контроль параметров каждого из вышеперечисленных способов прогрева бетонных смесей в различных конструктивных элементах.

При проведённом анализе и рассмотрении смет на различные виды прогревочного оборудования выявилась следующая закономерность: основные затраты на обеспечение качественного прогрева бетона – это стоимость электроэнергии.

Для определения ориентировочных затрат на эксплуатацию различных систем прогрева бетонной смеси проводились замеры на фактически существующих участках строительных площадок с одинаковым объёмом принимаемой бетонной смеси. Расчётные данные проводились в равных условиях – при одинаковых температурах, ветровых нагрузках. Расчётной единицей времени принято 24 часа, т.е. 3 рабочие смены по 8 часов (одни сутки). Для примера

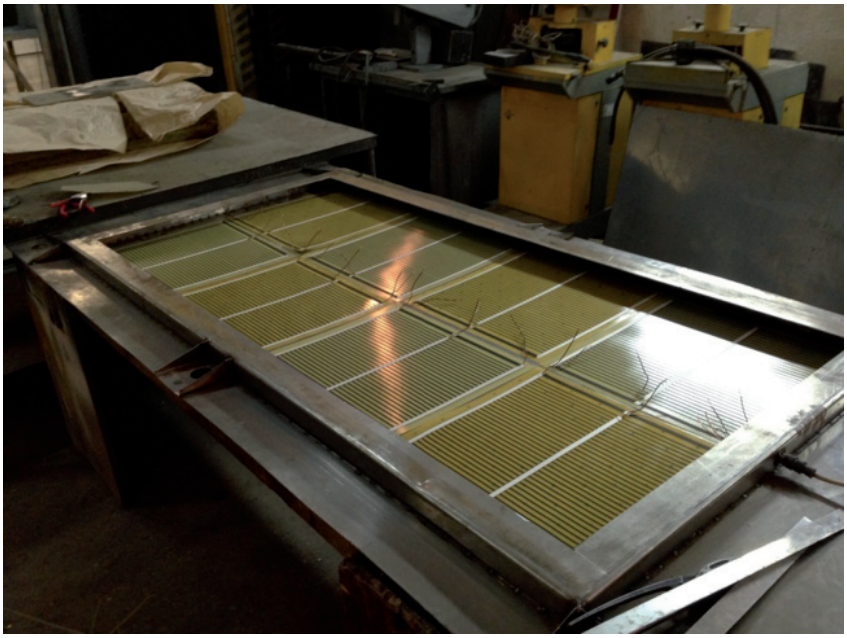


*Рис. 2. Внешний вид изготавливаемой термоактивной опалубки*

производится расчёт ориентировочной стоимости, которую можно привести для сравнения с учётом того, что все схемы бетонирования производились при температуре ниже 10 °С.

В нашей климатической зоне предлагается определять количество часов работы в год следующим образом: бетонирование с применением прогревочного оборудования начинается с начала ноября и заканчивается в конце марта.

Таким образом, расчётный период составляет 5 месяцев или 151 календарный день по 24 часа – всего 3624 часа. Необходимо учесть, что 20 % времени система отключена автоматикой и не работает из-за возможного изменения параметров температуры воздуха и разогревающегося бетона.

Принимается – 3624 часа минус 20 % = 2899,2 часа, округляем до 2900 рабочих часов.

Для сравнения ориентировочной годовой стоимости вышеуказанных схем достаточно получить данные об энергетических затратах каждой отдельно взятой системы прогрева бетонной смеси в сутки.

А. Прогрев способом «тепляк»

$$C_{год} = P_{ном} \cdot H \cdot W - 48 \text{ кВт} \times$$

$$\times 2900 \text{ часов} \cdot 0{,}82 \text{ руб.} = 114{,}144 \text{ руб.}$$

Б. Прогрев «электродами»

$$C_{год} = P_{ном} \cdot H \cdot W - 54 \text{ кВт} \times$$

$$\times 2900 \text{ часов} \cdot 0{,}82 \text{ руб.} = 128{,}412 \text{ руб.}$$

В. Прогрев резистивным кабелем

$$C_{год} = P_{ном} \cdot H \cdot W - 30 \text{ кВт} \times$$

$$\times 2900 \text{ часов} \cdot 0{,}82 \text{ руб.} = 71{,}340 \text{ руб.}$$

Г. Прогрев термоактивной опалубкой

$$C_{год} = P_{ном} \cdot H \cdot W - 20 \text{ кВт} \times$$

$$\times 2900 \text{ часов} \cdot 0{,}82 \text{ руб.} = 47{,}560 \text{ руб.}$$

Из расчётов видно, какая из систем прогрева бетонной смеси наиболее дорогая в денежном отношении, но не стоит пренебрегать и стоимостью самого оборудования, расходных материалов и оборотностью данных материалов. Важно заметить, что есть плюсы и минусы каждого способа прогрева.

## Выводы

В результате исследований было определено, что нагревательные элементы обладают свойствами саморегуляции, максимальная их эффективность в системах зимнего бетонирования имеет значительную экономическую эффективность, потребление нагревательными элементами электроэнергии на 20–30 % меньше, чем в предыдущих экспериментах. При расширении производства это даст неоспоримое преимущество на рынке. Все аналогичные проекты разрабатываются на основе микропроцессорной технологии, где стоимость системы управления в несколько раз превышает стоимость самих нагревателей.

Исследования и расчеты показали, что прогрев с помощью термоактивной опалубки является экономически привлекательным для использования в строительных компаниях при массовой застройке в климатических условиях, в которых превалируют отрицательные температуры [11]. Использование нагревательных элементов с положительным коэффициентом расширяет возможности использование электрических нагревательных устройств при производстве строительных работ, так как для их оптимальной работы не требуется сложная и дорогостоящая аппаратура.

## Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – С. 524.

2. Золотухин С.Н., Горюшкин А.Н. Бетонирование при отрицательных температурах // Научный вестник ВГАСУ: материалы 15-й межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии. Экология». – Воронеж, 2012. – С. 81–85.

3. Вытчиков Ю.С., Беляков И.Г., Нохрина Е.Н. Исследование теплового режима обогрева бетонных конструкций при зимнем бетонировании // Естественные науки и техносферная безопасность: сборник статей по мат-лам 72-й Всероссийской науч.-техн. конф. – Самара, 2015. – С. 171–177.

4. Толочная Е.Б., Титов М.М. Численное моделирование теплофизических процессов в технологии зимнего бетонирования сборно-монолитного каркаса здания // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 11–12. – С. 54–61.

5. Foley T., Schexnayder C. Placing Winter Concrete: Pearl Harbor Memorial Bridge // Practice periodical on structural design and construction. – 2014. – № 20(3).

6. Имайкин Д.Г., Ибрагимов Р.А., Мартынов М.М., Сунгатуллина А.Р. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 24. – С. 96–98.

7. Шелехов И.Ю., Шелехова И.В., Иванов Н.А., Головных И.М., Ким БьянгЧул. Патент на полезную модель № 109628 «Нагревательный элемент» от 21.03.2011, патентообладатель: ООО «Термостат», Институт кооперации науки и промышленности Пусанского национального университета.

8. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Иноземцев В.П. Применение новых технологий электрического нагрева в процессе зимнего бетонирования // Новая наука: сборник статей Международной научно-практической конференции (04 декабря 2015 г., г. Стерлитамак) / в 2 ч. Ч. 2. – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С. 200–205.

9. Корытов Ю.А. Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов // Механизация строительства. – 2010. – № 3. – С. 14–20.

10. Никоноров С.В., Байбурин А.Х., Кнутарева Н.В. Методика расчета технологических параметров метода «термоса», обеспечивающая гарантированный набор прочности бетона // Вестник южно-уральского государственного университета. – 2005. – № 13(53). – С. 79–80.

11. Рупосов В.Л., Шелехов И.Ю. Подходы к экономической оценке новых нагревательных приборов: монография. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015. – 174 с.

УДК 004.942:519.718

# УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ МОНИТОРИНГА МОРАЛЬНОГО СТАРЕНИЯ

**Шестопалова О.Л.**

*Филиал «Восход», ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Байконур, e-mail: mironov-anik@yandex.ru*

В статье рассмотрены вопросы исследования способов управления развитием информационных систем с учетом результатов мониторинга морального старения третьего рода, основанного на контроле степени деградации ресурсной отказоустойчивости модулей информационных систем вследствие старения элементной базы, прекращения выпуска запасных элементов и утрачивания ремонтных технологий. Рассмотрены пути поиска предпочтительных вариантов решений по компенсированию морального старения оборудования информационных систем, связанного с деградацией ресурсной отказоустойчивости. Произведена классификация методов компенсации морального старения третьего рода. Описан подход к выбору предпочтительного метода компенсирования морального старения оборудования информационных систем на основе ранжирования оценок показателей технико-экономической эффективности применения выделенных методов. Материалы статьи могут быть полезны при обосновании программ развития аппаратного обеспечения корпоративных информационных систем ведомственного и регионального значения.

**Ключевые слова: информационные системы, моральное старение, деградация ресурсной отказоустойчивости, методы развития информационных систем, технико-экономическая эффективность**

# INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT MANAGEMENT INCLUDING MONITORING OF OBSOLESCENCE

**Shestopalova O.L.**

*A Branch «Voskhod» of the Moscow Aviation Institute (National Research University), Baikonur, e-mail: mironov-anik@yandex.ru*

The article considers the issues of research control methods for the development of information systems. The development is based on the results of the monitoring of obsolescence of the third kind. Obsolescence of the third kind is due to the degradation of the resource fault-tolerance of information system modules, the reasons of the resource fault-tolerance are: aging of the circuitry, the termination of production of spare elements, the loss of repair technologies. Considered solutions of compensating the degradation of the resource fault-tolerance. Classification of methods of payment of the obsolescence of the third kind made. A method of selecting a preferred solution for the compensation of obsolescence described in the article. The method is based on the ranking of the techno-economic assessments. The article can be useful to justify programs of development of enterprise information systems in enterprises and regions.

**Keywords: information system, obsolescence, degradation of the resource fault-tolerance, methods of information systems development, technical and economic efficiency**

Темпы практического внедрения современных достижений научно-технического прогресса в области развития информационных технологий в настоящее время сравнимы или опережают замену масштабных отраслевых и (или) корпоративных информационных систем (ИС) на более современные аналоги [1, 2, 4, 6, 8–10]. Ввиду этого ускоряются процессы морального старения (МС) ИС, которое в настоящее время практически всегда предшествует физическому старению ИС.

Сложившаяся ситуация обусловливает актуальность вопросов учета фактора МС при решении задачи управления развитием ИС. В настоящее время различают экономическое, функциональное и ресурсное МС ИС [9, 10].

Последний вид морального старения (его иногда называют моральным старением 3-го рода) применительно к классу прикладных распределенных ИС впервые рассмотрен О.Л. Шестопаловой в работе [9] как «деградация ресурсной отказоустойчивости» ИС. Данный вид МС обусловлен «моральным устареванием элементной базы ИС и деградацией ремонтных технологий, при этом возрастает вероятность перехода ИС в предельное состояние, связанное с невозможностью дальнейшей эксплуатации ИС в связи с появлением неустранимых отказов ее составных частей» [9].

**Цель исследования.** В данной статье рассматриваются вопросы поиска предпочтительных путей компенсирования МС оборудования ИС, связанного с деградацией ресурсной отказоустойчивости (ДРОУ), а именно – выработка решений по снижению возможности возникновения неустранимых отказов оборудования ИС, т.е. обоснование способов компенсирования деградации ресурсной отказоустойчивости

информационных систем. При этом необходимо провести классификацию методов компенсации ДРОУ ИС, а также получить аналитические выражения для расчета и ранжирования оценок показателей технико-экономической эффективности применения различных методов компенсации деградации ресурсной отказоустойчивости.

## Материалы и методы исследования

Рассмотрим ИС как восстанавливаемую систему с ограничениями на возможность восстановления работоспособности ее элементов при их отказах.

Предположим, что в состав ИС входят $m$ разнотипных модулей, каждый из которых содержит $l_k$, $k=\overline{1,m}$ элементов, надежность функционирования которых характеризуется вектором

$$p_{\langle l_k \rangle} = \left\langle p_{1k}, p_{2k}, ..., p_{ik}, ..., p_{l_k k} \right\rangle,$$

где $p_{ik}$, $i=\overline{1,l_k}$, $k=\overline{1,m}$ – значения вероятностей безотказной работы (ВБР) элементов модулей ИС.

Пусть задан вектор $r_{\langle \nu_k \rangle} = \left\langle r_{1k}, r_{2k}, ..., r_{ik}, ..., r_{\nu_k k} \right\rangle$ вероятностей нормального функционирования (ВНФ) элементов подсистемы восстановления технического ресурса (ПВТР), задействованных при восстановлении работоспособности $k$-го модуля ИС, $k=\overline{1,m}$. Данные элементы являются внешними по отношению к структуре ИС, однако необходимы для исследования запаса ресурсной отказоустойчивости ИС.

Будем рассматривать четыре типа элементов ПВТР ИС с вероятностями: $r_{1k}(t)$, $r_{2k}(t)$, $r_{3k}(t)$, $r_{4k}(t)$, $k=\overline{1,m}$:

– элементы типа 1 – характеризующие текущую возможность неисчерпания ЗИП модулей ИС;

– элементы типа 2 – характеризующие текущую возможность пополнения ЗИП модулей ИС;

– элементы типа 3 – характеризующие текущую степень наличия специалистов по ремонту модулей ИС;

– элементы типа 4 – характеризующие текущую степень наличия доступных технологий ремонта модулей ИС.

Как показано в работах [2, 5, 7], вероятность недостижения предельного состояния (ВНПС) ИС определяется как

$$P(t) = \prod_{k=1}^{m} \Psi_k \left( p_{\langle l_k \rangle}, r_{\langle \nu_k \rangle}, t \right). \quad (1)$$

Из (1) можно видеть, что противодействие проявлению ДРОУ ИС зависит от степени надежности оборудования ИС, фактического запаса ЗИП, возможностей восполнения ЗИП, наличия специалистов по ремонту оборудования ИС и технологий ремонта.

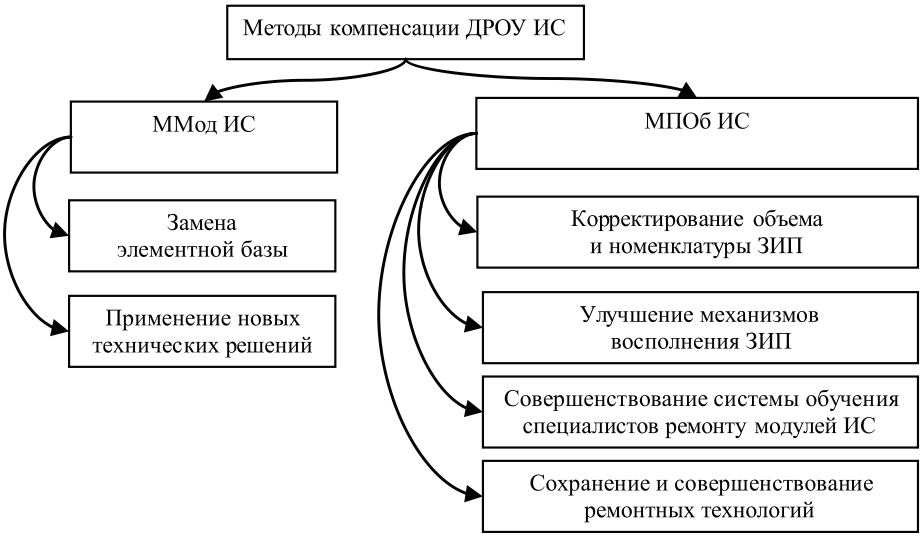
Следовательно, можно классифицировать методы компенсации ДРОУ ИС на группы и виды следующим образом (рисунок). Все методы компенсации ДРОУ ИС разделим на методы модернизации оборудования (ММод) ИС и методы повышения обеспеченности эксплуатационных процессов (МПОб) ИС. ММод ИС предполагают либо замену элементной базы ИС на более современную, либо применение новых технических решений, либо и то, и другое [10]. МПОб включают методы: уточнения (корректирования) объема и номенклатуры ЗИП; улучшения механизмов восполнения ЗИП; совершенствования системы обучения специалистов ремонту модулей ИС; сохранение и совершенствование ремонтных технологий.

## Результаты исследования и их обсуждение

Выбор предпочтительного метода из перечисленного выше перечня будем осуществлять, опираясь на результаты анализа их технико-экономической эффективности (ТЭЭ) [3].

Пусть установлено, что в результате модернизации $i$-го модуля ИС его ВБР на интервале $\Delta t$ возрастает на величину $\Delta p_{1i}$. Оценка затрат на модернизацию равна $\Delta c_{1i}^{p}$. Приращение ВНПС ИС при данной модернизации составит

$$\Delta P^{(p_{1i})} = K_{p_{1i}}^{\text{зн}} \cdot \Delta p_{1i} = \frac{\partial P}{\partial p_{1i}} \cdot \Delta p_{1i}. \quad (2)$$




*Классификация методов компенсации ДРОУ ИС*

Тогда показатель ТЭЭ модернизации $i$-го модуля ИС можно оценить как

$$\omega_{p_{1k}}^{\text{мод}} = \frac{\Delta P^{(p_{1k})}}{\Delta c_{1k}^{p}} = \frac{K_{p_{1k}}^{\text{зн}} \cdot \Delta p_{1k}}{\Delta c_{1k}^{p}} = \frac{\frac{\partial P}{\partial p_{1k}} \cdot \Delta p_{1k}}{\Delta c_{1k}^{p}} = \frac{\left[P_{p_{1k}}^{«1»}(t) - P_{p_{1k}}^{«0»}(t)\right] \cdot \Delta p_{1k}}{\Delta c_{1k}^{p}}, \quad (3)$$

где $P_{p_{1i}}^{«1»}(t)$ – значение ВНПС ИС, рассчитанное при единичных значениях вероятностей $p_{1i}$, а $P_{p_{1i}}^{«0»}(t)$ – соответствующая оценка ВНПС ИС при нулевых значениях вероятностей $p_{1i}$.

Введем в рассмотрение подмножество индексов $\Omega_{\{m\}}^{p}$ для элементов $p_{1i}$, $i = \overline{1,m}$ и подмножество индексов $\Omega_{\{n\}}^{r}$ для элементов $r_{jk}$, $j = \overline{1,4}$, $k = \overline{1,n}$, $n = m \times 4$. Тогда значение показателя ТЭЭ модернизации ИС можно рассчитать как

$$W_{\text{ссои}(p_1)}^{\text{мод}} = \frac{\sum\limits_{k \in \Omega_{\{m\}}^{p}} K_k^{\text{вкл}}}{\sum\limits_{k \in \Omega_{\{m\}}^{p}} \Delta c_{1k}^{p}} = \frac{\sum\limits_{k \in \Omega_{\{m\}}^{p}} \left[P_{p_{1k}}^{«1»}(t) - P_{p_{1k}}^{«0»}(t)\right] \cdot \Delta p_{1k}}{\sum\limits_{k \in \Omega_{\{m\}}^{p}} \Delta c_{1k}^{p}}. \quad (4)$$

Оценки ТЭЭ модернизации ИС вида (3) и (4) являются абсолютными. Для получения относительных оценок введем нормирование:

$$\nu_{p_{1k}}^{\text{мод}} = \frac{\omega_{p_{1k}}^{\text{мод}}}{\Delta P_{\max}} = \frac{\omega_{p_{1k}}^{\text{мод}}}{1-\gamma};$$

$$\nu_{\text{ссои}(p_1)}^{\text{мод}} = \frac{W_{\text{ссои}(p_1)}^{\text{мод}}}{\Delta P_{\max}} = \frac{W_{\text{ссои}(p_1)}^{\text{мод}}}{1-\gamma}. \quad (5)$$

Рассмотрим способ модернизации, связанный с применением новых технических решений для модулей ИС.

Если количество и назначение модулей при этом остается прежним (т.е. модернизация затрагивает только внутреннюю структуру модулей ИС), то показатели ТЭЭ модернизации ИС в данном случае оцениваются аналогично описанному выше с применением соотношений (3)–(5). Если же изменяется структура ИС, то следует скорректировать структурную модель достижения предельного состояния (ДПС) ИС (построить новое ДПС [5]), далее получить скорректированное выражение для ВНПС:

$$P'(t) = \prod_{k=1}^{m} \psi'_k \left( p_{\langle l'_k \rangle}, r_{\langle \nu'_k \rangle}, t \right),$$

где $P'(t)$ – зависимость ВНПС от времени для модернизированной ИС с измененной структурой. В этом случае новое (скорректированное) значение показателя ТЭЭ модернизации ИС может быть определено как

$$W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}} = \frac{P'(t, \Delta t) - P(t, \Delta t)}{C'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}},$$

где $\Delta t$ – интервал времени, отсчитываемый от момента окончания модернизации; $C'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}$ – затраты на модернизацию; $P'(t, \Delta t)$ – значение ВНПС для ИС после модернизации; $P(t, \Delta t)$ – значение ВНПС ИС до модернизации.

Относительная оценка в данном случае может быть рассчитана как

$$\nu'^{\text{мод}}_{\text{ссои}} = \frac{W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}}{\Delta P_{\max}} = \frac{W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}}{1-\gamma}.$$

Проанализируем особенности оценивания показателей ТЭЭ отдельных МПОб ИС при следующих допущениях:

– модернизация обеспеченности эксплуатации для $i$-го модуля ИС увеличивает – вероятность $r_{1i}(t)$ – неисчерпания ЗИП $i$-го модуля на интервале $\Delta t$ на величину $r_{1i}$;

– затраты на модернизацию составляют $\Delta c_{1i}^{r}$;

– ВНПС ИС при этом возрастает на величину $\Delta P^{(r_{1i})} = K_{r_{1i}}^{\text{зн}} \cdot \Delta r_{1i} = \frac{\partial P}{\partial r_{1i}} \cdot \Delta r_{1i}$;

– $P_{r_{1i}}^{«1»}(t)$ – оценка ВНПС ИС при единичных вероятностях $r_{1i}$ в формуле (1);

– $P_{r_{1i}}^{«0»}(t)$ оценка ВНПС ИС при нулевых вероятностях $r_{1i}$ в формуле (1).

Тогда оценка показателя ТЭЭ корректирования объема и номенклатуры ЗИП $i$-го модуля ИС может быть рассчитана как

$$\omega_{r_{1i}}^{\text{мод}} = \frac{\Delta P^{(r_{1i})}}{\Delta c_{1i}^{r}} = \frac{K_{r_{1i}}^{\text{зн}} \cdot \Delta r_{1i}}{\Delta c_{1i}^{r}} = \frac{\frac{\partial P}{\partial r_{1i}} \cdot \Delta r_{1i}}{\Delta c_{1i}^{r}} = \frac{\left[P_{r_{1i}}^{«1»}(t) - P_{r_{1i}}^{«0»}(t)\right] \cdot \Delta r_{1i}}{\Delta c_{1i}^{r}}.$$

Оценка показателя ТЭЭ корректирования объема и номенклатуры ЗИП для ИС в целом получается как

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_1)} = \frac{\sum\limits_{j\in\Omega^r_{\{n\}}} K^{\text{вкл}}_j}{\sum\limits_{k\in\Omega^r_{\{n\}}} \Delta c^r_{1k}} = \frac{\sum\limits_{j\in\Omega^r_{\{n\}}} \left[P^{«1»}_{r_{1i}}(t) - P^{«0»}_{r_{1i}}(t)\right]\cdot \Delta r_{1i}}{\sum\limits_{k\in\Omega^r_{\{n\}}} \Delta c^r_{1k}}.$$

Относительные оценки ТЭЭ корректирования объема и номенклатуры ЗИП рассчитываются как

$$\nu^{\text{мод}}_{r_{1i}} = \frac{\omega^{\text{мод}}_{r_{1i}}}{\Delta P_{\max}} = \frac{\omega^{\text{мод}}_{r_{1i}}}{1-\gamma};$$

$$\nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_1)} = \frac{W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_1)}}{\Delta P_{\max}} = \frac{W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_1)}}{1-\gamma}.$$

Аналогичным образом рассчитываются оценки ТЭЭ улучшения механизмов восполнения ЗИП: $\omega^{\text{мод}}_{r_{2i}}$, $W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_2)}$, $\nu^{\text{мод}}_{r_{2i}}$, $\nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_2)}$; совершенствования системы обучения специалистов ремонту модулей ИС: $\omega^{\text{мод}}_{r_{3i}}$, $W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_3)}$, $\nu^{\text{мод}}_{r_{3i}}$, $\nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_3)}$ и сохранения и совершенствования ремонтных технологий: $\omega^{\text{мод}}_{r_{4i}}$, $W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_4)}$, $\nu^{\text{мод}}_{r_{4i}}$, $\nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_4)}$.

Приведем алгоритм реализации поиска наиболее эффективного метода компенсации ДРОУ ИС.

1. На основе анализа ДПС ИС определим вид зависимости (1) (ВНПС ИС от ВБР элементов оборудования ИС и ВНФ элементов ПВТР ИС).

2. Оценим значения ВБР модулей $p_{1k}$; ВНФ $r_{1k}(t)$ (неисчерпания ЗИП модулей ИС); ВНФ $r_{2k}(t)$ (пополнения ЗИП модулей); ВНФ $r_{3k}(t)$ (вероятностей наличия специалистов по ремонту модулей); ВНФ $r_{4k}(t)$ (вероятностей наличия доступных технологий ремонта модулей), где $k=\overline{1,m}$ на интервале $\Delta t$.

3. Оценим величины приращений вероятностей и соответствующие затраты для каждого модуля по всем рассматриваемым методам модернизации:

$$\left\langle \Delta p_{1k}, \Delta c^p_{1k}\right\rangle;\ \left\langle \Delta r_{1k}, \Delta c^r_{1k}\right\rangle;\ \left\langle \Delta r_{2k}, \Delta c^r_{2k}\right\rangle;$$

$$\left\langle \Delta r_{3k}, \Delta c^r_{3k}\right\rangle;\ \left\langle \Delta r_{4k}, \Delta c^r_{4k}\right\rangle;\ W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)},\ k=\overline{1,m}.$$

4. Рассчитаем оценки показателей ТЭЭ для отдельных методов модернизации:

$$\omega^{\text{мод}}_{p_{1k}},\ W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)},\ \nu^{\text{мод}}_{p_{1k}},\ \omega^{\text{мод}}_{r_{jk}},$$

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)},\ \nu^{\text{мод}}_{r_{jk}},\ \nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)},$$

где $j=\overline{1,4}$, $k=\overline{1,n}$, $n=m\times 4$.

5. Проранжируем оценки показателей ТЭЭ:

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)},\ W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}},\ W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)},$$

либо

$$\nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)},\ \nu'^{\text{мод}}_{\text{ссои}},\ \nu^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)},\ j=\overline{1,4}.$$

6. Выберем наиболее эффективный метод компенсации ДРОУ ИС:

– при

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно заменить элементную базу оборудования ИС на более современную и надежную;

– при

$$W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно применить новые технические решения построения модулей ИС (ИС в целом);

– при

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_1)} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно корректировать объем и номенклатуру ЗИП ИС;

– при

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_2)} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно улучшить механизмы восполнения ЗИП;

– при

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_3)} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно совершенствовать систему обучения специалистов ремонту ИС;

– при

$$W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_4)} = \max\left\langle W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(p_1)}, W'^{\text{мод}}_{\text{ссои}}, W^{\text{мод}}_{\text{ссои}(r_j)}, j=\overline{1,4}\right\rangle$$

нужно предпринять меры по сохранению и совершенствованию ремонтных технологий.

7. Далее целесообразно определить наиболее предпочтительные пути реализации выбранного метода посредством анализа оценок показателей:

$$\left\langle \omega^{\text{мод}}_{p_{1k}},\ k=\overline{1,m} \right\rangle;$$

$$\left\langle \omega^{\text{мод}}_{r_{jk}},\ j=\overline{1,4},\ k=\overline{1,n},\ n=m\times 4 \right\rangle$$

либо

$$\left\langle \nu^{\text{мод}}_{p_{1k}},\ k=\overline{1,m} \right\rangle;$$

$$\left\langle \nu^{\text{мод}}_{r_{jk}},\ j=\overline{1,4},\ k=\overline{1,n},\ n=m\times 4 \right\rangle.$$

## Выводы

В статье описаны особенности обоснования методов управления развитием информационных систем в направлении компенсирования деградации ресурсной отказоустойчивости. Описана классификация методов компенсации деградации ресурсной отказоустойчивости. Выделены два вида методов: методы модернизации оборудования информационных систем и методы повышения обеспеченности эксплуатационных процессов. Получены аналитические выражения для расчета оценок показателей ТЭЭ применения различных методов компенсации ресурсной отказоустойчивости. При этом использован математический аппарат деревьев предельного состояния. Описан подход к обоснованию выбора наиболее рационального с точки зрения максимума показателя ТЭЭ метода управления развитием ИС с использованием результатов ранжирования оценок показателей ТЭЭ.

## Список литературы

1. Брум А.Н., Зеленцов В.А., Миронов А.Н. Анализ вариантов модернизации оборудования при управлении развитием кабельных телевизионных сетей // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2003. – Т. 46, № 5. – С. 10–13.

2. Брум А.Н., Миронов А.Н. Оценивание показателей долговечности оборудования информационных сетей // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2004. – Т. 47, № 2. – С. 3–9.

3. Гузенко В.Л., Клепов А.В., Миронов Е.А., Шестопалова О.Л. Постановка задачи обеспечения технико-экономической эффективности эксплуатации распределенной информационной системы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=12361 (дата обращения: 30.05.2017).

4. Козлов А.Д., Миронов А.Н., Ниязов Р.А. Проектная оценка качества функционирования систем сбора и обработки информации при неблагоприятных воздействиях // Транспортное дело России. – 2013. – № 5. – С. 213–216.

5. Миронов А.Н. Прогнозирование показателей долговечности стартовых комплексов на основе интегрированных структурных моделей предельного состояния // Двойные технологии. – 2000. – № 1. – С. 23–25.

6. Миронов А.Н., Новиков А.Н., Малахов А.В. Индивидуально-групповое прогнозирование остаточного ресурса измерительных комплексов по экономическому критерию // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 25–30.

7. Миронов А.Н., Пальгунов В.Ю., Ковальский А.А. Математическая модель достижения предельного состояния антенных систем наземных станций измерительного комплекса космодрома «Плесецк» // Известия Института инженерной физики. – 2016. – Т. 1, № 39. – С. 31–36.

8. Митчелл Р. Моральный износ и как с ним бороться [Электронный ресурс] // Computerworld Россия. – 2008. – № 32. – URL: http://www.osp.ru/cw/2008/32/5462756.

9. Шестопалова О.Л. Прогнозирование моральной долговечности распределенных информационных систем с учетом прогрессирующих ограничений на возможности восстановления ресурса элементной базы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=11078 (дата обращения: 30.05.2017).

10. Шестопалова О.Л., Муравьев А.В. Прогнозирование срока службы информационной системы с учетом морального старения элементной базы технических средств // Транспортное дело России. – 2014. – № 6. – С. 186–189.

УДК 37.048

# ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ И ШКОЛЬНИКОВ

**Алексеевнина А.К., Буслова Н.С.**

*Тюменский государственный университет, Тобольск, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru, n.s.buslova@utmn.ru*

В статье рассмотрена значимость технического моделирования и проектирования при обучении естественнонаучным дисциплинам. Проанализированы основные методы исследования в технических науках. Уточнено определение понятий «исследование», «проектирование», «технические навыки учителя физики». Отмечается значимость мысленного эксперимента в исследованиях современной техники, конструировании, моделировании, прототипировании. Описана организация научно-исследовательской деятельности обучающихся Тобольского педагогического института им. Д.И. Менделеева (филиала ТюмГУ). Одним из продуктивных методов такой деятельности является совместная проектно-исследовательская работа со школьниками, организация через вовлечение студентов в качестве наставников в руководство проектно-исследовательской работой школьников. Приведена последовательность этапов учебно-исследовательской и проектной деятельности. В работе приводятся примеры из опыта работы школы с одаренными детьми, организованной при кафедре физики, математики, информатики и методик преподавания. Приведены примеры научно-исследовательских работ учащихся, реализованных при обучении в научной школе для одаренных детей. Сделаны выводы о роли исследовательской и проектной деятельности обучающихся в активации познавательных умений, закреплении и углублении знаний, развитии технического мышления.

**Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, учитель физики, технические навыки, техническое моделирование, проектирование**

# PECULIARITIES OF ORGANIZATION OF JOINT SCIENTIFIC-RESEARCH ACTIVITY OF FUTURE TEACHERS AND STUDENTS

**Alekseevnina A.K., Buslova N.S.**

*Tyumen State University, Tobolsk, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru, n.s.buslova@utmn.ru*

In the article the importance of technical modeling and design for teaching natural science subjects. Analyzed the main methods of research in the technical Sciences. Clarified the definition of «research», «design», «technical skills of teachers of physics». Noted the importance of a thought experiment in studies of modern technology, designing and modeling, prototyping. Described research organization activities of students of the Tobolsk pedagogical Institute. D.I. Mendeleev (branch of Tyumen state University). One of the most productive methods of such activities is a joint project and research work with pupils. The organization, through the involvement of students as mentors in the leadership project and research work of students. Given the sequence of steps in teaching, research and project activities. The paper presents examples from the experience of school for gifted children, organized with the Department of physics, mathematics, computer science and teaching methodology. Examples of research works of students, implemented with training in the scientific school for gifted children. Conclusions about the role of research and project activities of students in the activation of cognitive skills, consolidation and deepening of knowledge, development of technical thinking.

**Keywords: research activity, physics teacher, technical skills, technical modeling, design**

В современных условиях в различных сферах общественной жизни все более актуальной становится необходимость самообразования человека в течение всей его жизни, что обусловлено высоким темпом социальных преобразований, распространением информатизации, возрастанием роли науки. Формирование готовности к педагогической деятельности проводится на всем протяжении обучения студентов в вузе, но основной дисциплиной, осуществляющей данную подготовку, является методика обучения. Необходимо построить учебный процесс так, чтобы развивать профессиональные компетенции во взаимосвязи с техническими дисциплинами.

Целью обучения техническим дисциплинам, как в школе, так и в вузе, является не создание высокой степени абстрактности, а понимание, объяснение действительности и использование знаний на практике. Основные задачи изучения технических дисциплин – знакомство с важнейшими путями и методами использования законов и явлений на практике и развитие интереса к современной технике. Занятия по техническому моделированию и проектированию способствуют усилению метапредметных знаний таких предметов, как история физики, математика, механика, информационные технологии, электроника, оптика, ядерная физика, теплотехника, гидравлика, робототехника и мехатроника.

Таким образом, обучение техническим и методическим дисциплинам будет способствовать качественной подготовке молодого специалиста, если обучающихся вовлекать в исследовательскую и проектную деятельность, в том числе и в качестве наставников такой деятельности школьников.

Проектная и исследовательская деятельность способствует формированию технических навыков.

Технические навыки учителя физики – это специальные навыки, которые характеризуют владение: высоким уровнем теоретической и практической подготовки по физике; научным мировоззрением и физической картиной мира; методикой и техникой проведения школьного физического эксперимента; методикой организации исследовательской и проектной деятельности учащихся по физике.

Одним из показателей развития технических навыков студентов направления подготовки «44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями): Физика, информатика» является выполнение и представление научной работы: исследование и проектирование. На первом этапе научное исследование предполагает его проектирование, получение новых знаний на основе анализа, систематизации материала и проведения эксперимента (если это требуется условиями исследования) [4].

Проектирование – это процесс разработки и создания проекта в рамках исследования (прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта или состояния).

Исследование – это получение новых знаний на основе анализа, систематизации материала и проведения эксперимента (если это необходимо).

Рассмотрим схемы научного исследования и проектирования:

– *схема научного исследования:*

1. Актуальность (Зачем исследуем?).
2. Гипотеза (Что предполагаем?).
3. Цель и задачи (Что делаем?).
4. Объект и предмет исследования (Что исследуем?).
5. Методы исследования (Как, с помощью чего исследуем?).
6. Описание процесса исследования (согласно задачам).
7. Обобщение результатов исследования (Выводы, оценка полученных результатов).
8. Представление результатов.

– *схема проектирования*

1. Выбор темы (Что хотим получить в конце?).
2. Актуальность (Зачем?).
3. Гипотеза (Что нам нужно для получения результата?).
4. Составление плана (Как?).
5. Сбор данных (Что нам понадобится для получения результата?)
6. Описание работы (согласно плану).
7. Оценка проекта экспертами или практическая проверка.
8. Защита проекта.

Рассмотрим основные методы исследования в технических науках – это теоретический анализ и экспериментальная апробация теоретических выводов. Результат реального научного эксперимента – обобщение опытных данных, представляющее собой эмпирическое знание (фундамент естественных наук). Теоретическое исследование состоит в получении новых знаний на основе уже имеющихся ранее, путем логических умозаключений. Ответ на решение поставленной проблемы в практическом исследовании порой «дает сама природа». А при теоретическом исследовании ответ находит обучающийся на основе его знаний и жизненного опыта [1]. Именно поэтому при обучении студентов – будущих учителей физики большое внимание уделяется организации их исследовательской деятельности на лабораторно-практических установках при выполнении экспериментальных работ по предмету подготовки. Так, например, для закрепления теоретических знаний в области физики обучающимся предлагается провести исследование: электропроводности полупроводников (Распределение Ферми – Дирака); радиоактивного излучения; принципа работы полупроводникового лазера; магнитного поля Земли и др.

В теоретических исследованиях современной техники наблюдается постоянное возрастание роли мысленного эксперимента. Мысленные эксперименты все больше служат цели выяснения путей преобразования технологических методов производства, большую роль играют в техническом творчестве, изобретательстве, конструировании и проектировании новой техники. Применение такой формы теоретического исследования может быть реализовано при проведении лекционных занятий. На лекционных занятиях необходимо познакомить с одной из форм теоретического исследования – мысленным экспериментом. Примерами мысленного эксперимента в физике являются: «Демон Максвелла», «Лифт Эйнштейна», «Кот Шредингера» «Корабль Галилея»,

«Парадокс близнецов» и др. Изучая физику, приходится сталкиваться с идеализированными объектами, такими как материальная точка, абсолютная твердость тела, идеальный газ, упругая среда и т.д.

Как показала практика, еще одним продуктивным способом организации научно-исследовательской деятельности студентов является вовлечение их в проектно-исследовательскую работу со школьниками.

С точки зрения теории и практики образования научные исследования представляют наибольший интерес. Если в науке главной целью исследовательской деятельности является производство новых знаний, то в образовании – приобретение учащимся навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развитие способности к исследовательскому типу мышления, активизация личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения новых знаний (рисунок).

Под учебно-исследовательской деятельностью школьников будем понимать деятельность, связанную с поиском ответа на творческую, исследовательскую задачу с заранее неизвестным решением [5]. Учебно-исследовательская деятельность предполагает наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере.

По мнению В.И. Андреева [2], специфика исследовательской деятельности школьника, в отличие от деятельности ученого, заключается в том, что ученик чаще всего осуществляет не весь цикл исследования, а выполняет лишь отдельные его элементы.

Выделяют два направления организации исследовательской деятельности учащихся [4]:

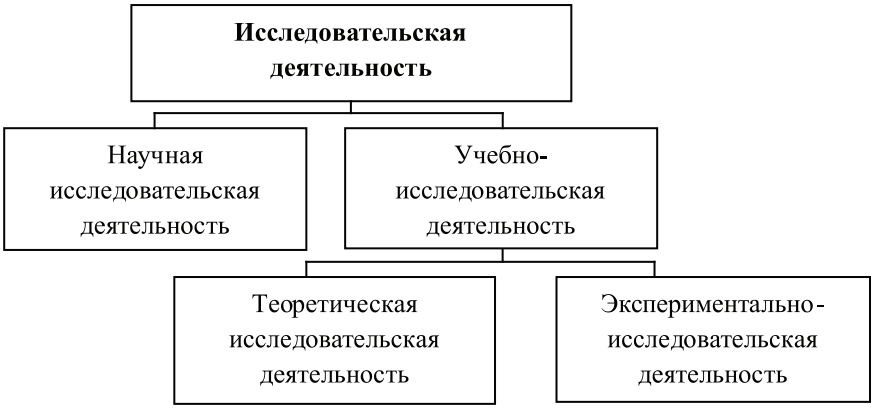
– предметная исследовательская деятельность учащихся – включает алгоритм организации цикла учебного исследования (что, как и в какой последовательности делает учащийся). В процессе исследовательской деятельности (вне зависимости от области исследования) реализуются следующие этапы, характерные для исследований в научной сфере: постановка проблемы, изучение теории, связанной с выбранной темой, выдвижение гипотезы исследования, подбор методик и практическое овладение ими, сбор собственного материала, его анализ и обобщение, собственные выводы. Такая цепочка является неотъемлемой принадлежностью исследовательской деятельности и определяет ее структурную модель;

– проектирование и организация исследовательской деятельности учащихся – определяет существенные элементы исследовательской деятельности, воспроизводство которых позволяет фиксировать ее наличие в реальной практике, эти элементы должны учитываться при проектировании исследовательской деятельности в образовательных учреждениях различного типа.

В качестве ключевых звеньев (смысловые компоненты) проектирования и организации исследовательской деятельности выступают [3]:

1. Теоретические основания – научные концепции, на которых строятся представления об исследовательской деятельности и возможностях ее применения в образовательном процессе; описание успешных практик реализации проектно-исследовательской деятельности в различных социально-исторических условиях.

2. Основные понятия – это те категории и термины, в которых может быть описана исследовательская деятельность учащихся и которые затем становятся рабочим языком при практической работе. Такой рабочий язык позволяет учителям перейти от языка эффективности усвоения учебной информации по каждому из предметов




*Структура исследовательской деятельности*

к языку развития учащихся средствами исследовательской деятельности на материале учебных курсов.

3. Содержание – это то, что передается от старшего поколения к младшему (от учителя к ученику) и при этом является ценным и значимым для обеих сторон.

4. Средства и формы реализации исследовательской деятельности определяют, в каких формах образовательной деятельности (урок, кружок, поездка и др.) может быть реализована исследовательская деятельность.

5. Образовательный результат и критерии оценки его качества.

Определение основных смысловых компонентов еще не дает реального инструмента проектирования и организации исследовательской деятельности. Для этого необходимо осмыслить имеющийся опыт, выявить актуальность исследовательской деятельности, спланировать работу по конкретным направлениям. Последовательность этапов такой работы можно описать следующей цепочкой:

1. Раскрытие и конкретизация основных смысловых компонентов модели проектирования и организации исследовательской деятельности учащихся.

2. Выделение специфических образовательной и содержательной компоненты (какие функции исследовательской деятельности могут и эффективно «работают» в этих условиях).

3. Определение форм и направлений осуществления исследовательской деятельности, которые могут быть эффективно реализованы в условиях обозначенной специфики.

Так в нашем вузе организация научно-исследовательской деятельности студентов возможна через вовлечение их в проектно-исследовательскую работу со школьниками. Данная работа ведется на базе кафедры физики, математики, информатики и методик преподавания Тобольского педагогического института им. Д.И. Менделеева (филиала) ТюмГУ, в рамках научной школы «К.В.А.Н.Т.» (Креативные, Волевые, Амбициозные, Наблюдательные, Талантливые) для одаренных детей. У студентов есть возможность выступать не только в роли исследователей, но и в роли наставников в исследовательской деятельности школьников. Студенты работают в роли консультантов при выполнении исследовательских работ школьников 7–9 классов в области физики, мехатроники, робототехники и др.

Целью совместной работы школьников и студентов является развитие творческих, исследовательских способностей учащихся в области технического творчества на базе теоретических знаний.

Любая научная работа подразумевает исследование, анализ и открытие. В этой части работы большая роль возлагается на руководителя. Необходимо помнить, что научное исследование по существу отражает процесс перераспределения информации. Известный русский революционер, писатель и учёный П.А. Кропоткин писал: «…каждый человек будущего будет иметь счастье и право на проведение собственных научных исследований…» [6]. Важным в проведении исследования является то, как наставник донесёт до учащихся мысль о том, что исследовательские работы постоянно должны сопровождаться освоением нового материала, что именно на нём и должен основываться лабораторный практикум. То, как наставник сумеет убедить, что нет абсолютных истин и что в каждом предмете окружающего мира, заключается множество удивительных и не всегда объяснимых фактов. И это еще один из положительных аспектов вовлечения студентов в процесс руководства проектом. Так как при работе учащимся легче задавать вопросы, уточнять, если рядом с ними молодые и интересные наставники, а не взрослый учитель. Важно, чтобы педагог встал на одну ступень вместе с учеником и посмотрел на мир его глазами. Лишь при понимании внутреннего мира ребенка можно говорить о его будущем. Руководитель должен незаметно подводить своего подопечного, задавая ему наводящие или проблемные вопросы, тем самым незаметно корректируя работу.

После того, как ученик уже имеет представление о научной работе, ему необходимо самостоятельно определиться с тем, что в данный момент его интересует больше всего, то есть самостоятельно или с наставником продумать тему своей работы. Он должен иметь чёткое представление о том, что его заинтересовало. В его пояснение должны быть уже заложены научные термины, статьи, гипотезы и др. И с этого момента начинается подготовительный этап выполнения научной работы.

Описание организации исследований включает указание места проведения исследования, даты и авторов исследования, затем перечисляются объекты и методы

проведения исследования. Если применяемая в работе методика ранее была описана в литературе, то указывают ссылку на соответствующую работу без подробного изложения.

Подготовительный этап включает в себя поиск литературы по выбранной теме с использованием различных библиографических источников, выбор литературы в конкретной библиотеке, определение круга справочных пособий, лабораторных практикумов для последующей работы по теме.

Важно, чтобы в работе подробно были изложены полученные результаты, при необходимости иллюстрированные с помощью таблиц, рисунков, графиков, фотографий и пр. При проведении практической части исследования в области технического моделирования, как правило, используют приборы и инструменты. Их указывают при описании работы, с приведением точности, с которой проводились измерения тех или иных параметров.

Например, в исследовательской работе «Сборка модели зеркального перископа» дано определение устройства, в котором заключены те дополнительные задачи, которые решает учащийся:

1) сконструировать перископ, позволяющий проводить измерения расстояний;

2) сконструировать призменный перископ;

3) дополнить перископ линзовыми системами в зависимости от каких-либо специфических задач.

В исследовательской работе «Мир вокруг нас глазами человека и робота» представлен сравнительный анализ человеческого зрения и «зрения» роботов, на основе анализа: понятия и особенностей формирования света и цвета, анатомического строения глаза человека и особенностей восприятия цвета, видов датчиков для робототехнических систем и их возможности и сборки робота, способного самостоятельно перемещаться по черной линии. В задачи исследовательской работы «Источники тока» входило изучение исторических материалов об ученых-физиках, поиск описания опытов по получению электрического тока и воспроизведение этих опытов.

Результаты исследовательских и проектных работ представляются на конкурсах разного уровня. Продуктами такой деятельности обучающихся являются экспонаты выставки, групповой/индивидуальный отчет исполнителей проектов, Web-сайт, стендовый доклад, буклет, мультимедийная презентация и др. Опыт прошлых лет, показал результативность совместной работы студентов и школьников – более 80% проектов были высоко оценены компетентными комиссиями конкурсов.

Таким образом, научно-исследовательская деятельность студентов способствует активации познавательных умений, закрепляет и углубляет знания, развивает техническое мышление и культуру речи. А также вовлечение студентов в роли наставников способствует эффективной организации учебно-исследовательской деятельности школьников.

**Список литературы**

1. Алексеевнина А.К., Клименко Е.В., Пилипец Т.С., Пилипец Л.В. От разрешения научных парадоксов – к инновациям в исследованиях // Материалы 3-й Ежегодной международной конференции по науке и технологиям. 21–22 октября 2013 года. – Лондон, 2013. – С. 50–62.

2. Андреев В.И. Эвристика для творческого саморазвития. – Казань: Центр инновационных технологий, 1994. – 246 с.

3. Буслова Н.С., Ечмаева Г.А., Клименко Е.В. НИР бакалавров педвуза в области информатики: от идеи к итогам // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 3–2. – С. 188–190.

4. Буслова Н.С., Ечмаева Г.А., Клименко Е.В. Современная организация профессионально-практической подготовки бакалавров педвуза // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 3–2. – С. 123.

5. Леонтович А.В., Саввичев А.С. Исследовательская и проектная работа школьников. 5–11 классы / под ред. А.В. Леонтовича. – М.: ВАКО, 2014. – 160 с.

6. Кропоткин П.А. Анархия: сборник / Сост. и предисловие Р.К. Баландина. – М.: Айрис-пресс, 2002. – 576 с.

УДК 371.7

# ИГРОВАЯ СРЕДА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЧАЩИХСЯ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**[1]Буров А.В., [1]Калинин В.Е., [2]Березина Л.А.**

*[1]ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры», Волгоград, e-mail: vgafk@vlink.ru;*

*[2]ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», Ульяновск, e-mail: ulgpu@yandex.ru*

В работе представлены результаты исследования проблемы организации физической культуры учащихся младшего школьного возраста, направленного на развитие физической и умственной работоспособности. Создание игровой среды при организации физического воспитания младших школьников наиболее благоприятно влияет на развитие физических качеств, формирование нравственно-волевых качеств, развитие познавательной деятельности, а также создание благоприятных условий для развития физической и умственной работоспособности детей. В результате исследования определены несколько направлений, в ходе которых обеспечиваются условия, способствующие повышению исследуемых показателей. Полученные результаты, на наш взгляд, можно объяснить умением педагога рационально и методически грамотно управлять двигательной деятельностью учащихся, правильно организовать ее в учебное и внеучебное время. А также создание им развивающей игровой среды и проблемной игровой ситуации, требующей от учащихся проявления индивидуальной творческой активности и самостоятельности в принятии решений.

**Ключевые слова: младший школьный возраст, общеобразовательная школа, умственная работоспособность, физическая работоспособность, физическое воспитание, игровая среда**

# GAME ENVIRONMENT AS AN INDICATOR OF MENTAL AND PHYSICAL HEALTH OF PUPILS OF YOUNGER SCHOOL AGE

**[1]Burov A.V., [1]Kalinin V.E., [2]Berezina L.A.**

*[1]The Volgograd State Academy of Physical Culture, Volgograd, e-mail: vgafk@vlink.ru;*

*[2]Ilya Ulyanov State Pedagogical University, Ulyanovsk, e-mail: ulgpu@yandex.ru*

The paper presents the results of a study of the problems of physical education of primary schoolchildren, aimed at the development of physical and mental performance. Creation of a gaming environment for the organization of physical education of younger schoolchildren most favorably affects the development of physical qualities, the formation of moral and volitional qualities, the development of cognitive activity, as well as the creation of favorable conditions for the development of physical and mental performance of children. As a result of the research, several areas have been identified, during which conditions are provided that contribute to the impact of the studied indicators. The results obtained in our opinion can be explained by the teacher's ability to rationally and methodically manage the motor activity of students, to organize it correctly in academic and extra-curricular time. And also the creation of a developing game environment and a problem game situation, which requires students to show individual creative activity and independence in making decisions.

**Keywords: primary school age, secondary school, mental performance, physical performance, physical education, games environment**

Стремление приспособиться к меняющимся социальным условиям, качественная новизна задач, стоящих перед человеком в новом тысячелетии, предполагает соответствующие изменения в системе образования, в том числе и в системе физического воспитания младших школьников. Современная начальная школа должна сыграть важную роль в становлении и развитии личности младшего школьника [3].

Именно в данном возрастном периоде на основе его естественного развития и социализации закладывается и укрепляется фундамент здоровья, физическое и психическое развитие, знания, личностные качества, мировосприятие, различные элементы культуры, что, в свою очередь, создает условия для активного и направленного формирования развития психических функций и интеллектуальных способностей младшего школьника [1]. Двигательная активность в период начальной школы выполняет уникальную роль, стимулятора комплексного развития всех аспектов целостной личности ребенка. Однако в последние годы наблюдается тенденция снижения показателей здоровья детей младшего школьного возраста, общей физической работоспособности в результате увеличения умственных и эмоциональных нагрузок в начальной школе. Потребность детей младшего школьного возраста в двигательной активности достаточно высока, однако она не всегда реализуется должным образом. Все больше ограничивается самостоятельная двигательная активность детей, как в семье, так и в общеобразовательном учреждении.

Продолжительность образовательных занятий с преобладанием статических поз увеличивается, дети все больше времени проводят за компьютерными играми, просмотрами телепередач и т.д. В связи с этим перед начальной школой возникает серьёзная проблема сохранения на должном уровне физической и умственной работоспособности младших школьников с рациональным чередованием разных видов деятельности (учебной, игровой) [1, 6, 7]. Сложившаяся в системе физического воспитания детей младшего школьного возраста ситуация вызывает острую потребность в ее совершенствовании, чтобы уменьшить негативные тенденции.

Данные исследования специалистов последних лет показывают [2, 3, 6, 7], что создание игровой среды при организации физического воспитания младших школьников наиболее благоприятно влияет на развитие физических качеств, формирование нравственно-волевых качеств, развитие познавательной деятельности, а также создание благоприятных условий для развития физической и умственной работоспособности детей.

Именно начальная школа является наиболее значимым периодом в жизни ребенка.

В младшем школьном возрасте на основе его естественного развития и социализации школа призвана способствовать воспитанию и становлению активной личности ребенка, выявлению и развитию его психического и физического развития, личностных качеств, мировосприятия. На протяжении всего периода начальной школы происходят значительные изменения – анатомо-физиологических особенностей организма школьников, создающие предпосылки для совершенствования и развития двигательных способностей и физических качеств, а также эффективного их овладения. Повышение физической работоспособности, развитие двигательных качеств (быстроты, силы, ловкости, выносливости) – всему этому способствует оптимальная двигательная активность [4, 5].

Зачастую от уровня развития физической и умственной работоспособности детей в значительной мере зависят их учебные возможности, интеллектуальные и двигательные способности. Ребенок, обладая высоким уровнем физической и умственной работоспособности способен достигать значительных успехов в развитии познавательных способностей и физкультурно-спортивной деятельности [1].

Проблема повышения работоспособности детей школьного возраста приобретает актуальность еще и потому, что в современном обществе проявляется противоречие между требованиями к физической подготовке младших школьников и уровнем их развития. Естественные условия жизни и обучение в школе ограничивают двигательную деятельность и не обеспечивают необходимого режима, позволяющего значительно повысить результаты жизненно важных двигательных и умственных способностей школьников.

В последнее время всё чаще можно встретить в литературных источниках рекомендации о применении спортивных игр (баскетбол, волейбол, футбол) в занятиях с учащимися младшего школьного возраста, как одном из наиболее эффективных средств активизации познавательной деятельности занимающихся [6].

**Цель исследования** – изучить умственную и физическую работоспособность детей младшего школьного возраста в условиях игровой среды.

## Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие учащиеся 10–11 лет МОУ «Лицей № 7» города Волгограда, которые были распределены на две группы – контрольную и экспериментальную. В контрольную группу вошли школьники, у которых средний объем регламентированных занятий физической культурой составлял: проведение трех уроков по физической культуре, физкультпаузы во время уроков, проведение подвижных игр на переменах. В дни, когда проводились уроки физической культуры, в среднем суточное число локомоций составляло 15000 шагов (за 12 часов). Из них около семи тысяч шагов ежедневно занимала организованная двигательная активность. Моторная плотность уроков физической культуры составляла 50–60 %, ежедневных подвижных и спортивных игр – 40–55 %. В экспериментальную группу были отнесены учащиеся, у которых объем регламентированных занятий физической культурой составлял: проведение трех уроков по физической культуре, которые предусматривали создание условий игровой среды, подвижные игры на переменах, трехразовые дополнительные занятия игровой направленности с элементами спортивных игр (баскетбол, волейбол). Дополнительные занятия проводились во второй половине дня. У учащихся экспериментальной группы при реализации всех форм организованной двигательной активности суточное число локомоций колебалось в пределах 18500–20000 шагов (за 12 часов), из которых около 12000 шагов реализовалось за счет физического воспитания и дополнительных занятий игровой направленности. Примерно 5000–6500 шагов приходилось на спонтанные локомоции.

Для выявления уровней умственной работоспособности наиболее доступной и эффективной для детей младшего школьного возраста является методика проведения 4-минутного дозированного задания по буквенным таблицам Анфимова. Подсчитывался объем работы (количество просмотренных знаков за 4 минуты), количество просмотренных знаков после введения тормозных агентов (за последние 2 минуты), регистрировалось количество ошибок.

Оценка физической работоспособности осуществлялась на основании показателя PWC170. Испытуемый совершает подъем на ступеньку высотой

30 см (для этого исследования можно использовать гимнастическую скамейку) в темпе 20 восхождений за 1 мин в течение 3 мин. После прекращения работы в положении стоя подсчитывается пульс в течение первых 10 с. Через 1 мин отдыха испытуемому дается 2-я нагрузка: в течение 3 мин подъем на ступеньку, высотой 30 см, в темпе 20 восхождений за 1 мин. После прекращения работы в положении стоя опять подсчитывают пульс в течение первых 10 с.

Перед началом исследования нами было проведено анкетирование, в результате которого было выявлено, какими видами спорта хотели бы заниматься младшие школьники на уроках физической культуры. Результаты анкетирования выявили следующую значимость видов спорта.

В основном младшие школьники хотели бы заниматься на уроках физической культуры такими распространенными видами спорта, как спортивные игры (баскетбол, волейбол, футбол), а также гимнастикой, легкой атлетикой и плаванием. В раздел другие виды спорта вошли восточные единоборства и разновидности борьбы. У девочек, кроме спортивных игр, в разделе другие виды спорта популярностью пользуются такие виды, как гимнастика (спортивная, художественная), аэробика и плавание (табл. 1).

## Результаты исследования и их обсуждение

Анкетирование учащихся контрольной и экспериментальной групп на выявление наиболее значимых видов спорта позволило получить следующие данные. Наибольшей популярностью как у мальчиков, так и у девочек пользуются спортивные игры (баскетбол, волейбол, футбол), плавание, легкая атлетика. Наименьшей популярностью у младших школьников пользуются такие виды спорта, как гимнастика, восточные единоборства, аэробика.

Таким образом, большая часть учащихся приветствуют включение в уроки физической культуры таких видов спорта, как баскетбол, волейбол. Это можно объяснить преобладанием игровых и соревновательных способов деятельности, которые позволяют преодолевать монотонность занятий, которая делает скучным и однообразным процесс физического воспитания.

Изучение показателей умственной работоспособности младших школьников контрольной и экспериментальной групп позволяет сделать следующее заключение. Результаты данных исследований показывают, что в 10 лет у учащихся как контрольной группы (15,9%, $p < 0,001$), так и у учащихся экспериментальной группы (15,3%, $p < 0,001$) прослеживается прирост показателей умственной работоспособности. В этом возрасте отмечено преимущество учащихся экспериментальной группы при пятипроцентном уровне значимости по показателям умственной работоспособности: объем работы – 9,2%; коэффициент продуктивности – 15,3%; количество ошибок – 16,8% (табл. 2).

Результаты данных исследований показывают, что в 10 лет у учащихся как контрольной группы (15,9%, $p < 0,001$), так и у учащихся экспериментальной группы (15,3%, $p < 0,001$) прослеживается прирост показателей умственной работоспособности. В этом возрасте отмечено преимущество учащихся экспериментальной группы при пятипроцентном уровне значимости по показателям умственной работоспособности: объем работы – 9,2%; коэффициент продуктивности – 15,3%; количество ошибок – 16,8%.

**Таблица 1**

Значимость видов спорта, которыми занимаются (хотели бы заниматься) учащиеся экспериментальной и контрольной групп, %

| № п/п | Виды спорта | Экспериментальная группа | | Контрольная группа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Мальчики | Девочки | Мальчики | Девочки |
| 1. | Спортивные игры | 55,3 | 45,7 | 43,1 | 40,1 |
| 2. | Гимнастика | 6,3 | 11,4 | 12,3 | 16,8 |
| 3. | Легкая атлетика | 15,9 | 10,4 | 13,1 | 15,9 |
| 4. | Плавание | 7,5 | 18,7 | 25,4 | 14,4 |
| 5. | Другие | 15,0 | 13,8 | 6,1 | 12,8 |

**Таблица 2**

Сравнительная характеристика умственной работоспособности младших школьников

| Возраст, лет | Группа | Показатели | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Объем работы, кол-во знаков | Коэффициент продуктивности, % | Количество ошибок на 500 знаков |
| 10 | Контрольная | 350,1 ± 9,2 | 27,68 ± 1,40 | 11,15 ± 0,55 |
| | Экспериментальная | 378,9 ± 8,0 | 31,91 ± 1,23 | 9,28 ± 0,51 |
| 11 | Контрольная | 375,1 ± 10,2 | 31,14 ± 1,33 | 11,05 ± 0,52 |
| | Экспериментальная | 420,5 ± 11,0 | 35,05 ± 1,42 | 8,94 ± 0,50 |

**Таблица 3**

Показатели физической работоспособности учащихся младшего школьного возраста

| Возраст, лет | Показатели работоспособности | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $PWC_{170}$, кгм/мин | | | $PWC_{170}$, кгм/мин/кг | | |
| | Контрольная | Экспериментальная | Достоверность различий | Контрольная | Экспериментальная | Достоверность различий |
| 10 | 344,3 | 366,2 | < 0,05 | 11,46 | 12,27 | < 0,05 |
| 11 | 398,2 | 429,0 | < 0,05 | 11,12 | 12,73 | < 0,01 |

Однако в 11 лет у школьников контрольной группы замедляются темпы прироста показателей умственной работоспособности: несмотря на рост данных показателей их изменения недостоверны. У учащихся экспериментальной группы продолжается прирост показателей объема работы – 11,0% ($p < 0,01$), коэффициент продуктивности (9,8%) и количество ошибок (3,7%) улучшились, но недостоверно.

Таким образом, наши исследования позволили установить, что учащиеся экспериментальной группы имели некоторое преимущество по показателям умственной работоспособности над учащимися контрольной группы. Полученные результаты, на наш взгляд, можно объяснить умением педагога рационально и методически грамотно управлять регламентируемой деятельностью учащихся, правильно организовать ее в учебное и внеучебное время. А также создание им игровой развивающей среды и проблемной игровой ситуации, требующей от младших школьников проявления индивидуальной творческой активности и самостоятельности в принятии решений.

Включение младших школьников в реализацию таких педагогических условий позволяет обеспечить высокий уровень развития умственной работоспособности детей.

Сопоставление показателей физической работоспособности младших школьников показывает аналогичную закономерность: преимущество учеников экспериментальной группы над учениками контрольной группы прослеживается при пятипроцентном уровне значимости (табл. 3).

Абсолютные показатели физической работоспособности ($PWC_{170)}$ повышаются с возрастом, как у школьников контрольной группы, так и у учащихся экспериментальной группы. Данные показатели улучшаются у экспериментальной группы младших школьников – при однопроцентном уровне значимости, а у школьников контрольной группы – при пятипроцентном.

Относительные показатели физической работоспособности ($PWC_{170)\,у}$ учащихся экспериментальной группы имеют с возрастом тенденцию к повышению, а у школьников контрольной группы – к некоторому снижению.

## Заключение

Таким образом, наши исследования по изучению умственной и физической работоспособности детей младшего школьного возраста в условиях игровой среды позволили выявить особенности организации двигательной деятельности учащихся экспериментальной группы, которые способствуют положительному изменению изучаемых показателей (умственная и физическая работоспособность). Данное исследование позволило установить, что целенаправленное развитие физической и умственной работоспособности младших школьников возможно при создании развивающей игровой среды, при которой обеспечиваются условия, способствующие повышению исследуемых показателей, используя для этого такие виды спорта, как баскетбол и волейбол. Это подтверждается положительными результатами проведенного нами исследования в условиях начальной школы.

## Список литературы

1. Велиева Н.З. Педагогические условия развития физической и умственной работоспособности младших школьников : автореферат дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Дагестан. гос. пед. ун-т – Махачкала, 2005. – 22 с.

2. Клеоновская М., Крылова В., Марчук С.А. Влияние физических упражнений на развитие интеллектуальных способностей человека // Научно-методологические основы формирования физического и психического здоровья детей и молодежи: материалы IV Всероссийской конференции. – Екатеринбург, 2013. – С. 125–127.

3. Красникова О.С., Пащенко Л.Г., Коричко А.В. Современные проблемы организации физического воспитания школьников // Теория и практика физической культуры. – 2014. – № 12. – С. 38–40.

4. Медведев Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности: автореф. дис. ….. канд. биол. наук: 03.00.13. – М., 2007. – 24 с.

5. Петров И.В. Развитие точности двигательных действий в условиях школьной физической культуры / И.А. Петров, А.В. Буров, Н.В. Фролова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 10(128). – С. 134–139.

6. Спирин В.К., Болдышев Д.Н. Физическое воспитание на основе вида спорта – новый вектор организации физкультурной активности детей, подростков // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 5. – С. 19–22.

7. Чернышенко К.Ю. Новый подход к формированию процесса физической подготовки учащихся младших классов общеобразовательных школ // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 8 (66). – С. 104–108.

УДК 37.011.33

# ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ

**[1]Гончаров В.Н., [2]Шумакова А.В., [2]Леонова Н.А.**

*[1]ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: filoslab@yandex.ru;*
*[2]ГБОУ ВО «Ставропольский государственный педагогический институт», Ставрополь, e-mail: mail@sspi.ru*

В статье исследуется педагогическое сознание, определяющее интерес педагога к предметной, инструментальной части педагогической техники и педагогической технологии, формирующих конкретное технологическое решение, неизбежно сопровождающееся осознанием необходимых и возможных средств общения. На современном этапе общественного развития остро ощущается недостаток умений в области техники общения, однако потребность в соответствующих знаниях и навыках не осознается и не проявляется в целенаправленной деятельности по их освоению. Интерес к технике общения возникает – в большинстве случаев – лишь на завершающем этапе формирования педагогического сознания, определяющего формы содержания обучения. По мнению авторов, вопрос о типах содержания обучения – личностно-отчужденном и личностно-ориентированном – неотделим от вопроса о механизмах отчуждения знания и последующем преодолении этой отчужденности в процессе обучения.

**Ключевые слова: индивид, личность, межличностные отношения, знание, содержание обучения, учебно-воспитательный процесс**

# PEDAGOGICAL CONSCIOUSNESS IN THE CONTEXT OF FORMATION OF CONTENT OF TRAINING

**[1]Goncharov V.N., [2]Shumakova A.V., [2]Leonova N.A.**

*[1]The North Caucasian Federal University, Stavropol, e-mail: filoslab@yandex.ru;*
*[2]The Stavropol State Teacher Training College, Stavropol, e-mail: mail@sspi.ru*

In article the pedagogical consciousness defining interest of the teacher in a subject, tool part of the pedagogical equipment and pedagogical technology, forming the concrete technology solution which is inevitably followed by understanding of necessary and possible means of communication is investigated. At the present stage of social development the lack of abilities in the field of technology of communication is sharply felt, however the need for the corresponding knowledge and skills isn't realized and not shown in purposeful activities for their development. Interest in technology of communication arises – in most cases – only at the final stage of formation of the pedagogical consciousness defining forms of content of training. According to authors, the question of types of content of training – personal and aloof and personal focused is inseparable from a question of mechanisms of alienation of knowledge and the subsequent overcoming this estrangement in the course of training.

**Keywords: individual, personality, interpersonal relations, knowledge, content of training, teaching and educational process**

В процессе формирования педагогического сознания можно выделить три последовательных этапа. На каждом этапе деятельность сознания индивида направлена преимущественно на формирование одного из названных выше комплексов представлений. Последовательность этих этапов такова.

На первом этапе происходит главным образом формирование комплекса представлений о себе как педагоге. Определяются точки соответствия и несоответствия преподавателя этим ожиданиям, формируется круг значимых других, опробуются разнообразные формы ролевого (профессионального) поведения, отбираются и закрепляются в поведении успешные формы и приемы. Это период чрезвычайно напряженной эмоциональной жизни, время острых реакций на критику старших коллег, на недисциплинированность или неисполнительность обучающихся, на пожелания или претензии родителей.

Естественно, что и длительность этого периода, и его напряженность сильно варьируют у разных лиц в зависимости, с одной стороны, от индивидуально-личностных особенностей (подвижность психических процессов, стабильность эмоционально-волевой сферы, объем эмоциональной памяти, особенности внимания, воображений, уровень развития эмпатии и рефлексии), а с другой – от особенностей общеобразовательного учреждения, в котором выпускник начинает свою профессиональную жизнь, его педагогического коллектива, контингента обучающихся, уровня требований к обучающимся, традиций работы с молодыми специалистами.

Учитывая мнение представителей администрации общеобразовательных учреждений, можно утверждать, что без специальной

работы, направленной на формирование целостного и адекватного комплекса представлений о себе как педагоге, этот этап в жизни конкретного преподавателя может затянуться на долгие годы и даже на весь срок профессиональной деятельности.

Педагоги с Я-центрированным сознанием обнаруживаются во всех возрастных группах преподавателей и по всем предметам, они составляют около половины педагогов. Особенно велико их число среди преподавателей со стажем до 5 лет и свыше 25 лет. Среди таких преподавателей преобладают преподаватели гуманитарных предметов (литература, история). Наименьшее число таких преподавателей среди преподавателей естественнонаучных дисциплин (география, химия, биология). Среди Я-центрированных педагогов существенно преобладают женщины. Период успешного становления профессиональной Я-концепции занимает в среднем от трех до восьми лет.

На следующем этапе происходит интенсивное формирование деятельностного комплекса представлений «в определенной, фиксирующей этот мир структуре… в сознании» [1], формирующей педагогическое сознание индивида. «Сознание постоянно формирует мир, мир есть форма организации сознания» [7]. В этот период уточняются цели профессиональной деятельности, сознательно конструируются и опробуются на практике различные формы, способы, средства ее организации, снижаются интерес и доверие к рецептурным рекомендациям и, напротив, повышается интерес к обобщающей методической литературе и дидактическим проблемам. Процесс обучения становится более технологичным, растет интерес к методическим приемам и находкам коллег. Завершается освоение основных профессиональных обязанностей (ведение документации общеобразовательного учреждения, планирование и осуществление различных видов урочной и внеурочной деятельности), основных форм организации учебно-воспитательного процесса (урок, классный час, родительское собрание). Центр профессиональных усилий переносится на содержание деятельности. Продолжительность этого этапа в жизни конкретного педагога также значительно варьирует в зависимости от уже названных выше внешних и внутренних факторов, но, как правило, занимает в среднем от пяти до десяти лет. У ряда преподавателей, однако, он продолжается до завершения профессиональной деятельности.

Можно сказать, опираясь на мнение представителей администрации общеобразовательного учреждения, что преподаватели с деятельностно-центрированным сознанием составляют около половины всего контингента. Максимальное их число приходится на преподавателей со стажем от пяти до пятнадцати лет, а также преподавателей физико-математических дисциплин и начальной школы. Мужчины в процентном отношении преобладают.

Завершающий этап становления индивидуального педагогического сознания преподавателя – формирование комплекса представлений о воспитаннике. На этом этапе «общения возникает своеобразное групповое сознание» [8], возрастает интерес к психологии, к проблеме, развития и формирования личности, к межличностным отношениям [9], учитываются «информационные процессы развития различных систем деятельности в области культуры и искусств» [5], способствующие «становлению и оформлению русской культуры» [11]. Накопленный опыт деятельности и отношений пересматривается с точки зрения его реальной значимости для обучения и воспитания детей. Усиливается интерес к научно-педагогической литературе, к самостоятельным педагогическим исследованиям. Это период активного, плодотворного, многостороннего творчества [14].

В среднем число таких педагогов по всему контингенту составляет десятую часть. Преобладание по предметам не просматривается. Преимущественно они сосредоточены в группе со стажем от пятнадцати до двадцати пяти лет.

Следует еще раз подчеркнуть, что на каждом из выделенных этапов преимущественное формирование того или иного комплекса представлений в структуре педагогического сознания происходит в тесной связи с двумя другими комплексами. Так, на первом этапе формирование комплекса представлений о себе как педагоге происходит в непосредственном взаимодействии с обучающимися, их родителями, коллегами, сопровождается формированием как комплекса представлений о деятельности, так и комплекса представлений о воспитаннике. На втором этапе в процессе преимущественного формирования комплекса представлений о деятельности продолжает развиваться, уточняться, изменяться и комплекс представлений о себе как педагоге и комплекс представлений о воспитаннике.

По эффективности профессиональной деятельности первый этап формирования педагогического сознания индивида является наименее результативным. Приобретаемый опыт оценивается в основном эмоционально, аффективно, недоступен для глубокого объективного самоанализа. Используемые приемы деятельности направлены нередко главным образом на утверждение собственного Я. Вероятно, этот этап совпадает с периодом адаптации к профессиональной деятельности. К концу этого этапа ситуации профессионального взаимодействия перестают восприниматься как стрессовые, личностно опасные. В этот период имеют место прямые заимствования чужих приемов работы, требования рецептурных рекомендаций или, наоборот, полное отрицание значимости чужого опыта.

С переходом к следующему этапу формирования педагогического сознания углубляется интерес к педагогической технологии, к способам организации своей деятельности и деятельности обучающихся. Осознается потребность в педагогических знаниях технологического уровня. Формируются умения конструирования конкретной технологии. Накопленный арсенал умения техники общения, как правило, считается достаточным.

Этап формирования комплекса представлений об обучающемся сопровождается возрастанием интереса к фундаментальным психолого-педагогическим знаниям и к знаниям технического уровня.

Выявленная динамика процесса становления индивидуального педагогического сознания способствует формированию процесса содержания обучения, учитывает «сложное взаимодействие различных видов социальной коммуникации» [2].

Бурно развивающаяся в последнее время во всем мире практика, направленная на решение субъектом индивидуально-личностных проблем его взаимодействия с другими людьми, показывает, что человек со всеми его личностными особенностями и проблемами может в определеных организационно-методических условиях выступать содержанием своего собственного образования и не в процессе самообразования и самовоспитания, а в специально организованном учебном процессе, который тем не менее принципиально отличается от всех традиционных дидактических схем. «Особое внимание отводится анализу чувственной сферы человека» [6], охватывающей «всевозможные сферы жизнедеятельности человека» [12]. Любое человеческое знание своим первоисточником имеет человеческую же деятельность, целенаправленное осознанное взаимодействие человека с окружающим миром. В этом смысле можно говорить об исходной гуманитарности любого знания, возникающего в процессе человеческой жизнедеятельности и отвечающего на потребности, рожденные этой деятельностью.

Первоначально, по-видимому, несистематизированное эмпирическое знание (опыт) передается от его автора-носителя к другим людям как индивидуальное сообщение или как индивидуальный опыт действия в информационно-репродуктивном взаимодействии.

По мере расширения круга лиц, владеющих данным знанием или способом деятельности, эти знания постепенно утрачивают индивидуально-личностные чёрты первоносителя, обобществляются, обобщаются, интегрируются в социальный опыт человечества, приобретают внутри этого опыта определенный статус. Необходимость дальнейшего распространения данного элемента социального опыта как вширь (между представителями одного поколения), так и вверх (представителям следующих поколений), и не непосредственно от создателя опыта или знания, а от его преемников и последователей – то есть посредников между первоносителем и другими людьми – требует оформления этого знания, его фиксации в таких формах и такими способами, которые бы обеспечивали воспроизведение этого знания без воспроизведения всей породившей его деятельности.

Фиксация осуществляется с помощью каких-либо общедоступных и общепринятых средств: тексты, рисунки. Теперь познающий, приобретающий это знание осуществляет качественно иную деятельность, чем тот, кто его первоначально добыл. Изложение знания или опыта, добытого в процессе естественной жизнедеятельности человека с помощью каких-либо знаков, есть первый момент отчуждения знания, момент утраты им своих гуманитарных оснований.

Последующее воспроизводство знания, представленного в виде системы знаков, осуществляется в ответ на потребность каких-либо индивидов именно в этом знании, рожденную в процессе их собственной жизнедеятельности; как реализация обществом своей педагогической функции по передаче социального опыта следующим поколениям.

Первое может происходить в полной мере лишь в процессе свободного и сознательного целенаправленного самообразования индивида и отчасти – в системе общественного профилированного (и, в частности, профессионального) образования. Второе – в системе общественного общего и обязательного образования, в системе воспитания, а также в основном блоке содержания подготовки представителей массовых профессий.

Таким образом, добытые в процессе естественной жизнедеятельности знания или способы действия через представление их с помощью знаков становятся источником формирования содержания общественного воспитания и обучения (образования).

Формирование содержания образования – второй этап отчуждения знания. На этом этапе происходит отбор знаний и способов деятельности, равно необходимых, а следовательно, общих и одинаковых для всех индивидов данного поколения.

Следующий этап отчуждения – специализация знаний и способов деятельности в рамках отдельных наук.

В результате движения знания по этим двум путям формируется содержание обучения по условно очерченной и относительно самостоятельной учебной дисциплине. Путем уникальным и единственно возможным для каждого индивида.

Попытки представить эти элементы опыта в отчужденно-знаковых формах продуктивны до тех пор, пока целью этих попыток является получение и оформление нового знания о человеке вообще.

Если целью является воспроизведение этого знания в следующих поколениях, она, по-видимому, тоже может быть достигнута. Если цель – воссоздание этих элементов в социальном опыте конкретного индивида, «обеспечивая максимальное взаимодействие социальных условий» [10], то отчужденно-знаковая форма представления ему содержания обучения перестает работать.

Человек как содержание своего собственного образования и объект самопреобразования относится, безусловно, к этому типу содержаний обучения [4]. Коренное различие в способах освоения разных типов содержания видится в следующем.

Личностно-отчужденное содержание может относительно успешно разворачиваться в учебном процессе в своей собственной, внешней по отношению к познающему субъекту логике. Элементы этого содержания представляют собой внешние по отношению к субъекту явления, объекты, связи и зависимости. Освоение этих объектов и явлений, познание связывающих их закономерностей требуют от субъекта определенного напряжения интеллектуальных сил, вызывают определенные эмоции, однако не воспринимаются им как направленное на перестройку и достраивание его индивидуально-личностных характеристик, его основных представлений о самом себе, а следовательно, единственным фактором, через который индивид связывает содержание обучения с собой, является его успешность в этом обучении (степень которой определяет педагог по им же заданным, то есть внешним критериям).

Личностно-ориентированное содержание непосредственно направлено на расчленение, распредмечивание Я-концепции и анализ составляющих ее элементов, на разрушение целостности (дезинтеграции) личности с целью последующей интеграции на более высоком уровне ее развития, «что способствует созданию новых направлений научного поиска» [3].

В таком обучении происходит переосмысление субъектом системы своих ценностей и в соответствии с этим переоценка накопленного поведенческого опыта. Результатом этой работы является активная и целеустремленная деятельность индивида по расширению и совершенствованию собственного поведенческого репертуара. Такое обучение может разворачиваться в учебном процессе (предъявляться педагогом) только в логике развития у обучающегося и осознания им потребности в той или иной части содержания при условии, однако, что данный обучающийся признает за данным педагогом право его обучать.

Поэтому личностно-ориентированное обучение предъявляет несравненно более жесткие и субъективные требования к отношениям в системе преподаватель – обучающийся и к профессионализму педагога, чем обучение личностно-отчужденное.

В частности, такое обучение нередко оказывается просто невозможным, если обучающийся не может сменить педагога, который ему несимпатичен какими-либо чертами своего характера или особенностями поведения и в силу этого не является для него значимым другим; оно абсолютно не допускает шкального (отметочного) оценивания результатов обучения и сопоставления успешности разных обучающихся; требует от педагога высокой творческой активности и успешности не только в отборе

методических средств, но и в области конструирования содержания обучения.

Источником противоречия между содержанием и методами психолого-педагогической подготовки преподавателя в вузе и ее желаемыми результатами является традиционное построение этого обучения как личностно-отчужденного. Разрешить это противоречие можно только при понимании, что собственно профессиональная часть вузовской подготовки преподавателей есть обучение второго типа, то есть личностно-ориентированное обучение, формирование, коррекция и развитие индивидуального профессионального педагогического сознания и поведения (профессионально значимых качеств личности) будущих педагогов [13].

### Список литературы

1. Бакланов И.С., Бакланова О.А., Ерохин А.М. Эпистемологические и лингвистические исследования в аналитической философии науки: семантика конструктов // Вестник СевКавГТИ. 2015. – Т. 1. – № 2 (21). – С. 156–159.

2. Бакланова О.А., Бакланов И.С. Контуры типологического исследования социальности современного общества // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. – 2014. – Т. 14. – № 2–1. – С. 5–10.

3. Болховской А.Л., Говердовская Е.В., Ивченко А.В. Образование в глобализирующемся мире: философский взгляд // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2013. – № 5. – С. 80–85.

4. Говердовская Е.В., Мкртычева Н.М. Организация воспитательного пространства современного вуза // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2015. – № 9. – С. 230–232.

5. Ерохин А.М. Научно-информационный аспект исследования социокультурного развития общества в области культуры и искусства // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2015. – № 2. – С. 123–128.

6. Камалова О.Н. Становление и развитие неклассических подходов понимания интуиции в первой половине XX века // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2013. – № 4. – С. 127–133.

7. Колосова О.Ю. Жизненный мир личности и социальная реальность // Вестник Северо-Кавказского гуманитарного института. – 2013. – № 2(6). – С. 270–273.

8. Колосова О.Ю. Политическая сфера общества: социально-психологический аспект общения // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2015. – № 2. – С. 128–133.

9. Лобейко Ю.А. Социально-психологические проблемы общения в контексте межличностных общественных отношений // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2015. – № 4. – С. 73–78.

10. Лобейко Ю.А., Говердовская Е.В. Психолого-педагогический аспект развития личности студента-спортсмена в контексте современных социальных условий // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 4–1. – С. 143–147.

11. Матяш Т.П., Несмеянов Е.Е. Православный тип культуры: идея и реальность // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2015. – № 3 (82). – С. 39–44.

12. Несмеянов Е.Е., Колосова О.Ю. Информационная культура в контексте глобальных процессов // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2014. – № 3. – С. 5–7.

13. Редько Л.Л., Леонова Н.А. Антропологическая парадигма профессиональной подготовки педагогов в системе вузовского образования: методологический аспект // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–15. – С. 3391–3394.

14. Руденко А.М., Греков И.М., Камалова О.Н. Теоретико-методологические и философские аспекты исследования творчества // Гуманитарные и социальные науки. – 2014. – № 4. – С. 109–119.

УДК 378.146

# СИСТЕМА БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕШНОСТИ И КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ СФОРМИРОВАННОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

**Жданов А.И., Юргелас И.В., Фролов Р.Н., Юргелас Ю.Н.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, e-mail: iyurgelas@yandex.ru*

В настоящей статье изложен положительный опыт создания балльно-рейтинговой системы оценки академической успешности и компетентностной сформированности обучающихся высшего медицинского учебного заведения по преподаваемым на клинической кафедре дисциплинам как прозрачной системы формирования кумулятивного показателя поэтапной циклической объективизированной оценки полученных знаний, умений, навыков и анализа способности их применения в конкретной клинической ситуации. Авторами приводятся разработанные организационно-правовые аспекты – Положение о балльно-рейтинговой системе с подробным описанием последовательных этапов формирования рейтинга: текущий рейтинг, промежуточный рейтинг, рейтинг по результатам промежуточной аттестации и окончательный рейтинг по дисциплине. Кроме того, сообщается о варианте технического решения проблемы автоматизации балльно-рейтинговой системы в виде создания программного продукта – программы для электронно-вычислительных машин ATTESTACIA 2.15.

**Ключевые слова: балльно-рейтинговая система, автоматизация рейтинговой системы, программы для электронно-вычислительных машин в образовании**

# POINT-RATING-BASED ACADEMIC ACHIEVEMENT AND COMPETENCY OF HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENTS STUDENTS' APPRAISAL SYSTEM

**Zhdanov A.I., Yurgelas I.V., Frolov R.N., Yurgelas Yu.N.**

*Voronezh N.N. Burdenko State Medical University, Voronezh, e-mail: iyurgelas@yandex.ru*

The paper outlines the experience of creation of point-rating-based academic achievement and competency of medical higher education establishment students' appraisal system regarding the disciplines studied at the clinical department. The appraisal system is regarded as a means of shaping a cumulative index of stepwise periodic objectified estimation of knowledge, skills and abilities acquired as well as the analysis of practical application capability. The authors adduce the organizational and legal aspects developed – Regulations on the rating-based system with a detailed description of all the stages of rating creation which include a current rating, a transitional rating, an interim assessment-based rating and a final rating for a certain discipline. Additionally, the authors suggest a technical solution to the rating system automation problem which involves creating ATTESTACIA 2.15 program for electronic computers.

**Keywords: point-rating system, rating system automation, electronic computer programs in education**

Эволюция системы высшего медицинского образования и повышение требований к выпускаемым специалистам неизменно влекут за собой внедрение в учебно-воспитательный процесс не только инновационных педагогических технологий, но и современных методов анализа уровня и качества подготовки специалистов, в частности «балльно-рейтинговой системы оценки полученных знаний, умений, навыков и способности их применения в конкретной ситуации» [4].

В подавляющем своем большинстве классические оксфордские и мюллеровские англо-русские словари трактуют слово «rate» как оценка, положение, ранг, а слово «rating», соответственно, как оценивать, относить к тому или иному классу, разряду или сорту. Экстраполировав лингвистические изыскания на психолого-педагогический процесс, получаем, что с позиций обучающегося, рейтинг – это та его оценка, которая будет вырастать в геометрической прогрессии, занимать плато или катастрофически падать в зависимости от качественных и количественных характеристик демонстрируемых результатов образования и компетенций по завершении освоения программы учебной дисциплины. С позиций же научно-педагогического работника рейтинг – это широкий диапазон доступных обучающемуся в ходе освоения предмета академических достижений от нуля до десяти по десятибалльной системе, или от нуля до ста расчетных процентов достижения цели.

Рейтинговая система привносит положительные моменты для всех участников образовательного процесса [1, 3].

Обучающимся она дает возможность самостоятельно зарабатывать и корригировать в течение всего периода обучения не традиционную оценку, как это обычно было

принято, а максимально объективные баллы по дисциплине, тем самым мотивируя к систематической организации процесса своего образования и повышая его качество. Это неизменно развивает естественную мотивированную конкурентоспособность, которая ведет к полноценному формированию общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций сегодняшних обучающихся.

Именно организационно-правовая «прозрачность» является первостепенным и неотъемлемым условием существования балльно-рейтинговой системы. В свободном доступе для обучающихся и их законных представителей должна находиться информация о целом перечне аттестационных сателлитов, таких как сроки аттестации, вопросы для подготовки, формы (экзамен, зачет) контроля и виды (тестовый контроль, проверка уровня освоения практических умений, собеседование в ходе решения профессиональных задач) оценивания, критериальные шкалы. И, наконец, на каждом этапе формирования рейтинга до сведения всех заинтересованных лиц должен быть доведен процент достижения образовательной цели [2].

В итоге академический рейтинг обучающегося определяет место, которое последний занимает в высшем учебном заведении в целом, на факультете, курсе и в группе в частности.

Преподавателям рейтинговая система позволяет беспристрастно подходить к оценке качества усвоения материала обучающимися с возможностью своевременной коррекции по результатам текущего рейтингового контроля.

Для деканата рейтинговая система является плацдармом для более индивидуализированного подхода к анализу успеваемости обучающихся и, как следствие, к выбору кандидатов на получение стипендий и иных форм материальных поощрений.

В 2004 г., будучи подхваченным общим эволюционным порывом Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежская государственная медицинская академия имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ныне – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации), фронтально внедрило балльно-рейтинговую систему в учебно-воспитательный процесс на всех формах обучения и основных образовательных программах. Нивелировать чрезвычайно кропотливый процесс расчета академического рейтинга при традиционно немалой трудоемкости преподаваемых в высшем медицинском учебном заведении дисциплин были призваны различного рода программы для электронно-вычислительных машин. Именно положительный опыт создания балльно-рейтинговой системы оценки компетентностной сформированности обучающихся по преподаваемым на кафедре госпитальной хирургии дисциплинам от разработки организационно-правовых аспектов – Положения о рейтинговой системе до технического решения в виде программы ATTESTACIA 2.15 и послужил побудительным мотивом для написания настоящей статьи.

### Положение о рейтинговой системе оценки знаний студентов по преподаваемым на клинической кафедре дисциплинам

Рейтинговая система как система формирования кумулятивного показателя поэтапной циклической объективизированной оценки знаний обучающихся по преподаваемым на кафедре госпитальной хирургии дисциплинам предполагает следующие этапы формирования рейтинга: текущий рейтинг, промежуточный рейтинг, рейтинг по результатам промежуточной аттестации и окончательный рейтинг по дисциплине.

На каждом из этапов определения рейтинга неизменно выполняется условие равенства суммы весовых частей оценок единице.

Оценки, полученные при фронтальной проверке знаний, из пятибалльной системы переводятся в рейтинговые баллы и процент достижения цели (табл. 1).

### Текущий рейтинг

Текущий рейтинг студента определяется на контрольном занятии по результатам решения тестовых заданий (вес оценки 0,2), проверки уровня освоения практических умений (вес оценки 0,3) и собеседования в ходе решения профессиональных задач (вес оценки 0,5).

Практическая реализация методики определения текущего рейтинга ($P_{\text{текущий}}$) продемонстрирована на конкретном примере (табл. 2).

**Таблица 1**

Справка
соответствия шкал оценки знаний и процента достижения цели

| № п/п | Пятибалльная система | Десятибалльная система | Процент достижения цели |
|---|---|---|---|
| 1. | 5 | 10 | 100 |
| 2. | 5 – | 9 | 90 |
| 3. | 4 | 8 | 80 |
| 4. | 4 – | 7 | 70 |
| 5. | 3 | 6 | 60 |
| 6. | 3 – | 5 | 50 |
| 7. | 2 | 0 | 0 |

**Таблица 2**

Определение текущего рейтинга студента по итогам одного контрольного занятия

| Этапы проверки сформированности компетенций | Максимально возможная оценка | | Полученная оценка | | Процент достижения цели | Вес оценки |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | По пятибалльной системе | В рейтинговых баллах | По пятибалльной системе | В рейтинговых баллах | | |
| Тестовый контроль | 5 | 10 | 4 | 8 | 80 | 0,2 |
| Проверка уровня освоения практических умений | 5 | 10 | 3 | 6 | 60 | 0,3 |
| Собеседование в ходе решения профессиональных задач | 5 | 10 | 4 | 8 | 80 | 0,5 |
| $P_{\text{текущий}} = (80 \cdot 0{,}2) + (60 \cdot 0{,}3) + (80 \cdot 0{,}5) = 16 + 18 + 40 = 74$ | | | | | | |

Ввиду преподавания не имеющих аналогов и повторов частных курсов изучаемых дисциплин каждое практическое занятие является контрольным, или рейтинговым.

### Промежуточный рейтинг

Промежуточный рейтинг по дисциплине складывается из промежуточного рейтинга за лекционный курс (вес оценки 0,05) и промежуточного рейтинга за практические занятия (вес оценки 0,95).

При определении промежуточного рейтинга за лекционный курс исходят из того, что посещение всего лекционного курса составляет 10 рейтинговых баллов, при этом вес каждой лекции определяется путем деления 10 на количество лекций в семестре. Например, количество лекций в семестре 3, вес оценки одной лекции составляет 3,3(3) или 3,3 (округляя до первого знака после запятой) или 33 % достижения цели, что получено путем расчета: 3,3·100 % = 33 %.

При определении промежуточного рейтинга за практические занятия исходят из того, что максимально возможная оценка за курс практических занятий составляет 10 рейтинговых баллов, при этом вес оценки одного практического занятия определяется путем деления 10 на количество практических занятий в семестре. Например, количество занятий в семестре 4, вес оценки одного практического занятия составляет 2,5 или 25 % достижения цели, что получено путем расчета: 2,5·100 % = 25 %.

Практическая реализация методики определения промежуточного рейтинга ($P_{\text{промежуточный}}$) продемонстрирована на конкретном примере (табл. 3).

В случае если для той или иной дисциплины Учебным планом не предусмотрено проведение промежуточной аттестации, то результату расчета промежуточного рейтинга присваивается статус рейтинга окончательного (рис. 1).

Обучающийся, получивший по итогам расчета промежуточного рейтинга менее 55 баллов (из возможных 100), допускается к промежуточной аттестации по дисциплине, независимо от формы аттестации (рис. 2).

### Рейтинг по результатам промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация оценивается по методике, аналогичной оценке контрольного занятия и определяется по результатам решения тестовых заданий (вес оценки 0,2), проверки уровня освоения практических умений (вес оценки 0,3) и собеседования в ходе решения профессиональных задач (вес оценки 0,5).

**Таблица 3**

Определение промежуточного рейтинга студента

| Составляющие промежуточного рейтинга | Полученная оценка, рейтинговые баллы | Вес оценки |
|---|---|---|
| Контрольное занятие № 1 | 74 | 0,25 |
| Контрольное занятие № 2 | 68 | 0,25 |
| Контрольное занятие № 3 | 81 | 0,25 |
| Контрольное занятие № 4 | 65 | 0,25 |
| Лекционный курс | 33 | 0,05 |
| $P_{\text{текущий}} = [(74 \cdot 0{,}25) + (68 \cdot 0{,}25) + (81 \cdot 0{,}25) + (65 \cdot 0{,}25)] \cdot 0{,}95 + (33 \cdot 0{,}05) =$ $= (18{,}5 + 17 + 20{,}25 + 16{,}25) \cdot 0{,}95 + 1{,}65 = (72 \cdot 0{,}95) + 1{,}65 = 68{,}4 + 1{,}65 = 70{,}04$ или 70,0 (округляя до одного знака после запятой) | | |

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России
Кафедра госпитальной хирургии

**ВЕДОМОСТЬ**
**учета текущего и промежуточного рейтинга**

**Учебный год** – 2016–2017 **Семестр** – 8 **Дата заполнения** – 16.03.2017 г.

**Факультет** (институт, специальность) – МИМОС, Медико-профилактическое дело **Курс** – 4 **Группа** – 407

**Дисциплина** – Хирургические болезни **Цикл** – 1

| №№ пп | Фамилия и инициалы студента | Лекционный курс, баллы | Контрольные занятия, №№ / баллы | | | | | | | | | Промежуточный рейтинг по дисциплине, баллы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | |
| | | | ТК | ПУ | ПЗ | ТК | ПУ | ПЗ | ТК | ПУ | ПЗ | |
| 1. | Вопиющая В.В. | 33 | 0 | 0 | 0 | 45 | 35 | 43 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| 2. | Молодечиков М.М. | 100 | 85 | 85 | 90 | 88 | 86 | 86 | 88 | 95 | 92 | 87 |
| 3. | Неуспевайкина Н.Н. | 68 | 72 | 66 | 64 | 0 | 0 | 0 | 64 | 65 | 66 | 45 |

Примечание: ТК – тестовый контроль, ПУ – практические умения, ПЗ – профессиональная задача

*Рис. 1. Пример сформированной Ведомости учета текущего и промежуточного рейтинга виртуальной группы обучающихся с диапазоном успеваемости (полная версия)*

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России
Кафедра госпитальной хирургии

**ВЕДОМОСТЬ**
**учета текущего и промежуточного рейтинга**

**Учебный год** – 2016–2017 **Семестр** – 8 **Дата заполнения** – 16.03.2017 г.

**Факультет** (институт, специальность) – МИМОС, Медико-профилактическое дело **Курс** – 4 **Группа** – 407

**Дисциплина** – Хирургические болезни **Цикл** – 1

| №№ пп | Фамилия и инициалы студента | Лекционный курс, баллы | Контрольные занятия, №№ / баллы | | | Промежуточный рейтинг по дисциплине, баллы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| 1. | Вопиющая В.В. | 33 | 0 | 41 | 0 | 41 |
| 2. | Молодечиков М.М. | 100 | 84 | 86 | 92 | 87 |
| 3. | Неуспевайкина Н.Н. | 68 | 66 | 0 | 65 | 44 |

*Рис. 2. Пример сформированной Ведомости учета текущего и промежуточного рейтинга виртуальной группы обучающихся с диапазоном успеваемости (сокращенная версия)*

Форма промежуточной аттестации не влияет на методику расчета и вес оценок, определяющих рейтинг по результатам промежуточной аттестации.

**Окончательный рейтинг по дисциплине**

Окончательный рейтинг по дисциплине определяется промежуточным рейтингом (вес оценки 0,6) и рейтингом по результатам промежуточной аттестации (вес оценки 0,4).

Считается, что работа обучающегося до проведения промежуточной аттестации является наиболее значимой и более полно отражает его рейтинг по дисциплине, поэтому этой оценке присваивается вес, равный 0,6 (то есть 60 % от общей оценки), тогда как оценка за промежуточную аттестацию имеет вес 0,4 (то есть 40 % от общей оценки).

Практическая реализация методики определения окончательного рейтинга по дисциплине ($P_{\text{окончательный}}$) продемонстрирована на конкретном примере (табл. 4).

Запись рейтинговых баллов в окончательном рейтинге знаний студента производится числовым значением с указанием одной цифры после запятой.

Рейтинговые баллы, полученные при расчете окончательного рейтинга по дисциплине, переводятся в пятибалльную систему для внесения декретированных записей в учетно-отчетную документацию – Зачетную книжку студента, Зачетно-экзаменационную ведомость, Экзаменационный лист (табл. 5).

**Таблица 4**

Определение окончательного рейтинга студента

| Составляющие окончательного рейтинга | Полученная оценка, рейтинговые баллы | Вес оценки |
|---|---|---|
| Промежуточный рейтинг | 74 | 0,6 |
| Рейтинг по итогам промежуточной аттестации | 68 | 0,4 |
| $P_{\text{окончательный}} = (74 \cdot 0{,}6) + (68 \cdot 0{,}4) = 44{,}4 + 27{,}2 = 71{,}6$ | | |

**Таблица 5**

Справка
соответствия рейтинговых баллов записям в учетно-отчетной документации

| № п/п | Рейтинговые баллы | Промежуточная аттестация, форма проведения/ форма записи | |
|---|---|---|---|
| | | Зачет | Экзамен |
| 1. | 85–100 | Зачет | 5 (отлично) |
| 2. | 70–84 | Зачет | 4 (хорошо) |
| 3. | 55–69 | Зачет | 3 (удовлетворительно) |
| 4. | менее 55 | Незачет | 2 (неудовлетворительно) |

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России
Кафедра госпитальной хирургии

**ВЕДОМОСТЬ**
**учета окончательного рейтинга**

**Учебный год** – 2016–2017 **Семестр** – 8 **Дата заполнения** – 17.03.2017 г.

**Факультет** (институт, специальность) – Лечебный **Курс** – 4 **Группа** – 407

**Дисциплина** – Хирургические болезни **Форма контроля** – зачет

| №№ пп | **Фамилия и инициалы студента** | **Промежуточный рейтинг,** баллы | **Рейтинг за промежуточную аттестацию,** баллы | | | **Окончательный рейтинг по дисциплине,** баллы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ТК | ПУ | ПЗ | |
| 1. | Вопиющая В.В. | 41 | Не явился | | | Расчет не возможен |
| 2. | Молодечиков М.М. | 87 | 90 | 92 | 92 | 89 |
| 3. | Неуспевайкина Н.Н. | 44 | 57 | 60 | 59 | 50 |

Примечание: ТК – тестовый контроль, ПУ – практические умения, ПЗ – профессиональная задача

*Рис. 3. Пример сформированной Ведомости учета окончательного рейтинга виртуальной группы обучающихся с диапазоном успеваемости (полная версия)*

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России
Кафедра госпитальной хирургии

**ВЕДОМОСТЬ**
**учета окончательного рейтинга**

**Учебный год** – 2016–2017 **Семестр** – 8 **Дата заполнения** – 17.03.2017 г.

**Факультет** (институт, специальность) – Лечебный **Курс** – 4 **Группа** – 407

**Дисциплина** – Хирургические болезни **Форма контроля** – зачет

| №№ пп | Фамилия и инициалы студента | Промежуточный рейтинг, баллы | Рейтинг за промежуточную аттестацию, баллы | Окончательный рейтинг по дисциплине, баллы |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Вопиющая В.В. | 41 | Не явился | Расчет не возможен |
| 2. | Молодечиков М.М. | 87 | 92 | 89 |
| 3. | Неуспевайкина Н.Н. | 44 | 59 | 50 |

*Рис. 4. Пример сформированной Ведомости учета окончательного рейтинга виртуальной группы обучающихся с диапазоном успеваемости (сокращенная версия)*

Сведения о промежуточном рейтинге обучающихся вывешиваются на Информационном стенде кафедры и предоставляются в деканат по профилю специальности по требованию (рис. 3).

По аналогии с ранее приведенной версией учетно-отчетной документации Ведомость учета окончательного рейтинга также может быть изложена как в развернутом, так и в сокращенном варианте (рис. 4).

## Программа для ЭВМ как техническое решение проблемы реализации балльно-рейтинговой системы

Балльно-рейтинговая система – процесс не столь сложный с математической точки зрения, сколь трудоемкий с точки зрения технической ввиду неизбежной необходимости ведения учетно-отчетной документации. Весьма удачным решением проблемы автоматизации данного процесса от обладания исходными данными – показателями успеваемости до получения конечного продукта – Ведомости учета текущего и промежуточного рейтинга, или электронного Журнала учета успеваемости и посещаемости, и Ведомости учета окончательного рейтинга представляется разработанная нами в 2015 г. программа для электронно-вычислительных машин «ATTESTACIA 2.15» [5]. Авторский коллектив избавляет далее читателя от погружения в тонкости программирования и провозглашает курс на совершенствование в дальнейшем вышеозначенного продукта. Достижение поставленной цели видится нам через решение задач формирования последующими версиями программы Аттестационного, или Ответного, листа как формы отчетности при процедуре промежуточной аттестации обучающегося по предмету и Отчета о текущей задолженности обучающегося для деканата по профилю специальности.

## Заключение

Балльно-рейтинговый контроль – это прозрачная с юридической точки зрения система формирования кумулятивного показателя циклической объективизированной оценки академической успешности обучающегося по преподаваемым дисциплинам, обеспечивающая мотивированную конкуренцию и систематическую самоорганизацию в студенческой образовательной среде высшего учебного заведения по освоению общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в целях подготовки к осуществлению после завершения основной профессиональной образовательной программы медицинской, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности. Техническое решение проблемы бесперебойности работы балльно-рейтинговой системы кроется в создании и совершенствовании различного рода программных продуктов, их узкоцелевых версий, модификаций и мобильных приложений.

## Список литературы

1. Артамонова М.В. Реформа высшей школы и Болонский процесс в России (частный взгляд методиста). – М.: Экономика, 2008. – 279 с.

2. Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов в МГМСУ: методические рекомендации / О.О. Янушевич, И.В. Маев, Н.В. Ярыгин, А.В. Митронин, С.Н. Куденцова, Г.Г. Арабидзе, Г.И. Лукина. – М.: МГМСУ, 2012. – 29 с.

3. Дюмина С.В. Формирование универсальных учебных действий обучающихся как объект управленческой деятельности // Вестник Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. Сер. 4, Педагогика. Психология. – 2014. – № 3(34). – С. 17–29.

4. О проведении эксперимента по введению рейтинговой системы оценки успеваемости студентов вузов: Приказ Минобразования РФ от 11.07.2002 № 2654 // Бюллетень Министерства образования РФ. – 2002. – № 11. – С. 13–16.

5. ATTESTACIA 2.15: свидетельство о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2016613972 / А.И. Жданов, И.В. Юргелас, А.В. Автономов, Р.Н. Фролов, Ю.Н. Юргелас, М.А. Черных. – № 2015661137; заявл. 11.11.2015; зарег. 12.04.2016.

УДК 378.14:687.01

# КРЕАТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ДИЗАЙНЕРА КОСТЮМА

**Кулешова А.А., Демидова Ю.Д.**

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал),*
*ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Шахты, e-mail: ars64@mail.ru*

Проведен анализ существующих представлений о креативности в научной среде, культуре и сферах бизнеса. Термин креативность соотнесен с понятиями творчество и одаренность. Природа вдохновения и гения дизайнера в сфере индустрии моды описана с точки зрения свойств личности креативных директоров известных домов моды, их способностей находить принципиально новые идеи, умений постоянно в творческом процессе поиска ассоциаций создавать множество коллекций костюмов. Предметом изучения в данной работе стала проблема развития креативности как особого типа мышления дизайнера костюма в период обучения дизайнера в вузе. Основным положением теории креативности являются ассоциации как компоненты её структуры. Характеристика критериев и показателей креативности по отношению к личности дизайнера определена как методика её развития на этапе обучения в вузе. Выявлена взаимосвязь между выполнением проектных видов работ и динамикой развития креативности дизайнера. Эффективной техникой решения проблемы развития креативности дизайнера является применение проектной методики разработки коллекции костюмов, методики ассоциативных механизмов творчества в процессе подготовки дизайнера.

**Ключевые слова: креативное мышление, творчество, одаренность, дизайнер, костюм, мода.**

# CREATIVITY IN THE PROCESS OF THE COSTUME DISIGNER TRAINING

**Kuleshova A.A., Demidova Yu.D.**

*The Institute of Service and Business (branch) Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education «Don State Technical University», Shakhty, e-mail: ars64@mail.ru*

We have done the analysis of the existing views of the creativity in the scientific community, culture, and business spheres.The term ‘creativity’ is associated with creative work and talent. The nature of the inspiration and genius in the fashion industry is described from the point of view of the personality traits of the creative directors of the famous fashion houses, their ability to create the entirely new ideas and their skills to constantly look for new associations in the creative process and to produce a great number of fashion collections. The subject we have studied in this work is the problem of creativity development as a particular type of fashion designer’s thinking in the process of designer education at the higher educational establishment. According to the basic definition of the creativity theory the associations have been considered by the main components of its structure. The criteria and creativity indicators characteristics as designer’s personality features have been defined as the methods of its development during the studying at the higher educational establishment. We have found that there was interrelation between the fulfillment of the project kinds of work and the dynamics of the designer’s creativity development. The effective way to solve the problem of the designer’s creativity development is to use the project methods of the fashion collections development and the methodics of the associative mechanisms of the creative work in the process of the designer’s training.

**Keywords: creative thinking, creative work, talent, designer, costume, fashion**

В эпоху глобальных перемен начала 21 в. возрастает потребность в креативных личностях, восприимчивых к новым идеям, преобразованиям общества. Креативный потенциал становится значимым фактором в процессе развития. В сферах бизнеса, искусства, моды, кинематографа, рекламы, где развита конкуренция, креативное мышление приобретает настоящую ценность. В современной культуре креативное мышление также открывает человеку огромные профессиональные возможности, приобретает эстетическую, идеологическую, культурологическую значимость.

Сложные реалии общества и рынка, растущие ожидания со стороны промышленности и потребителей, появления проблем охраны окружающей среды и т.д. делают дизайнера ключевой фигурой в непрерывном потоке преобразований [1]. Профессия дизайнера предполагает не просто наличие, а высокий уровень дизайнерского мышления, поскольку в индустрии моды креативность востребована максимально. Благодаря креативности дизайнеров возникают новые тенденции и стилевые решения, модные бренды, кардинально новые представления о функциональности, эстетике одежды, которые определяют инновационные преобразования в индустрии моды в целом т.д. Цель данной работы – изучить особый тип креативного мышления в период обучения дизайнера в вузе и определить возможности его эффективного развития.

Сравнительно недавно термин «креативность» широко распространился в обществе, стал весьма популярной характеристикой творческих, успешных личностей, однако до сих пор научный смысл этого понятия до конца не определен и трактуется по-разному.

К задачам данной работы можно отнести: анализ существующих представлений о креативности, изучение теории креативности, выявление её структуры на примере известных личностей дизайнеров, критериев и показателей креативного мышления, методики развития креативности.

К началу XX в. исследованиями креативности занимались многие авторы и целые научные школы. Впервые понятие креативности использовал Д. Симпсон в 1922 г. для обозначения возможностей человека отказываться от стереотипных способов мышления. С лат. creatio «креативность» переводится как творение, создание. В психологической науке феномен креативности известен примерно с 1950-х гг. Как неологизм в русской культуре и в общественном сознании людей термин «креатив» появился в 1990-е гг. и с помощью рекламы распространился в бизнес-среде.

Чаще всего понятие креативность соотносят с понятиями творческое мышление и творческие способности, которые являются фактором в структуре одаренности. Но если творческое мышление создает художественные образы, используя их для воплощения в каком-либо явлении или предмете [8], то креативное – проявляется также и как возможность изобретать, создавать, открывать новое, необычное, нестандартное, находить полезность модели, угадывать коммерческую перспективу идеи. Творчество, как процесс человеческой деятельности, дает результат возникновения материальных и духовных ценностей. Креативность, как вид творческих способностей личности, порождает создание принципиально новых идей. Часто эти идеи в современном производстве на грани риска. Но уклонение от риска, равно как и его передача, ведет не только к получению гарантированного результата, но и одновременно к уменьшению шансов на получение более высоких доходов [5]. Для достижения максимальных результатов в профессиональной деятельности используется сочетание и творческого, и креативного типов мышления.

Креативность, как правило, рассматривается с трех сторон: процесс творчества; продукт творчества; свойство личности [8].

В модной индустрии креативный директор – это главный координатор творческого процесса, генерирующий идеи, создающий концепции и корректирующий работу. Как правило, креативный директор Модного дома – это главный дизайнер бренда, он формирует имидж фирмы, отвечает за его продвижение и коммерческий успех. В условиях жесточайшей конкуренции высокая мода породила список блистательных имен, чей гений и характер личности стали эталоном креативности. Шлейф идей и открытий в области модного костюма, стиля и новаторских технологий тянется за такими знаменитостями, как Г. Шанель, К. Баленсиага, П. Карден, Х. Чалаян и многими другими. Беспрецедентным новатором в области текстильных экспериментов является японский дизайнер Иссэй Миякэ, который один из первых в мире сумел найти применение новейшим разработкам в области синтетических тканей. Творческий процесс создания композиции в дизайне – сложное явление, в котором переплетаются и обуславливают друг друга эмоционально-интуитивные и интеллектуально-логические принципы творческой деятельности человека [4]. Огромную роль играет авторская концепция дизайнера, в основе которой лежат художественная идея и первоначальный образ.

Анализ творчества ряда успешных дизайнеров не приводит к однозначному пониманию рецепта их вдохновения и их гения. Ничего общего в творческой биографии знаменитых дизайнеров 20 в. Разные судьбы, среда, образ жизни и интересы. В чем же основа успеха этих личностей: одаренность, образование, характер или случайность?

Одаренность вышеперечисленных дизайнеров можно назвать первым общим показателем креативности, поскольку все они овладевают профессией в мире моды, развивают ее и привносят в деятельность свою самобытность. Одаренность – системное качество психики, формируется на протяжении всей жизни, проявляется в способности к продолжению познания за рамками требований заданной ситуации, в интеллектуальной активности – в способности «видеть в предмете нечто новое, такое, чего не видят другие», что и определяет возможность более высоких достижений [7].

Настойчивость, твердость, рискованность и решительность, любознательность, широта внимания и интересов, уверенность характера наблюдаются также практически у всех известных дизайнеров

мира моды. Большинство из них отличаются смелостью в преодолении стереотипов мышления, прозорливостью, общими качествами их характеров являются оригинальность, инициативность, способность к интуиции, к прогнозированию и созданию новых образов и ассоциаций, упорство, высокая самоорганизация, высокая работоспособность. Без них эмоциональность и воображение художника ничего не значат. Характер их личности проявляется в поступках и способности принимать решения, преобразовывать предыдущие достижения и достигать собственного результата, брать ответственность и осуществлять выбор, в умении находить вдохновенье, увлекаться и увлечь команду, мотивировать, убедить в своей правоте.

Креативность личности дизайнера выражается также в особенностях восприятия эстетических, идеологических и культурологических ценностей, потребительских запросов, модных ориентиров, интеллектуальных продуктов и характера. По мнению П. Торренса, креативность включает в себя повышенную чувствительность к проблемам, к дефициту или противоречивости знаний действия по определению этих проблем, по поиску их решений на основе выдвижения гипотез, по проверке и формулировке результата решения [10].

Дж. Гилфорд в 1967 г. впервые ввел понятие креативного мышления, подразумевая целостный интуитивный тип мыслительных операций, идущих в различных направлениях [8]. Дивергентное мышление, допуская на один вопрос несколько ответов, является условием порождения оригинальных идей и самовыражения личности, варьирует пути решения проблемы, приводит к неожиданным выводам и результатам. Креативное мышление опирается на воображение, вдохновение и имеет четыре показателя оценки уровня его развития, которые проявляются в способности личности генерировать: максимальное количество (показатель беглости) и широкое многообразие (показатель гибкости) идей в определенный отрезок времени; новые нестандартные идеи, не совпадающие с общепринятыми (показатель оригинальности); мысли в завершенном виде (показатель точности). В общем виде креативность можно представить как сочетание процессов дивергенции (расхождения, расширения) и конвергенции (схождения, собирания) идей [6].

В широком понимании креативность также трактуется не только как способность личности эффективно выполнять любую профессиональную деятельность, но и как способность развивать эту деятельность, реализовать в творчестве собственную одаренность и проницательность, как возможность отвечать изменяющемуся и обновляющемуся миру.

В последние годы современное научное знание признало, что структуру креативности составляет ряд компонентов: любознательность, интуитивная понятливость, легкость формулирования мыслей, личностная творческая направленность, мотивация, активность, изобретательность, самодисциплина, эрудированность, чувство нового, способность к анализу и самоанализу, гибкость и широта мышления, активность воли, развитое воображение.

Креативный процесс в дизайне достаточно сложен, так как дизайнер при проектировании находится в состоянии оценивания – насколько вырабатываемые идеи соответствуют условиям технического задания. Дизайнер в массовом производстве – не свободный художник, занимающийся самовыражением, а специалист, решающий конкретные задачи сегмента fast fashion, поэтому на промышленных предприятиях по изготовлению одежды креативность дизайнера не свободна, ограничена рамками. Дизайнеру свойственны напряженность, беспокойство в процессе и работа на пределе возможностей, когда действия, движения и мысли вовлечены полностью [6]. В состоянии покоя креативность проявляется наиболее эффективно.

Г.Н. Лола выделяет погруженность и отстраненность как два основных типа креативного состояния у дизайнеров. Обычно стартовый этап выработки идей в проектной деятельности дизайнера проходит в состоянии погруженности, насыщения эмоциями и впечатлениями, например в форме отбора видеоряда аналогов в мировой моде. За ним следует состояние отстраненности – спокойствие и равнодушие, благодаря которым после эмоционального насыщения и проделанной предварительной работы креативное решение приходит интуитивно. Соответственно для креативной работы дизайнера необходимо пространство, сочетающее два типа

эмоциональной атмосферы – активная, насыщенная и нейтральная, спокойная.

К числу перцептивных особенностей (восприятия) креативной личности относятся: высокая напряженность внимания, большая впечатлительность, восприимчивость. Дизайнер, безразличный к происходящим событиям, чувствам людей, политическим и общественным событиям, горю и боли, трагедиям и восторгам, экологическим проблемам и катастрофам, молодежным движениям, искусству и субкультурам, не будет отличаться креативностью. Только на срезе чувств и эмоций, страсти и впечатлений рождаются образы костюма, новые его формы, гениальные идеи. Дизайнер формирует творческое напряжение, тренирует память и внимание ко всему, и новому, необычному, и традиционному. Он должен запоминать все детали и схватывать целиком образы, и главное, он должен выбрать точное направление в поиске нового.

К числу интеллектуальных особенностей творческой личности относятся: интуиция, богатая фантазия, выдумка, дар предвидения, обширность знаний, нешаблонность и некосность мышления. Заглянуть мысленно в самые глубокие уголки планеты, в космос и микромир, в жизнь насекомых и хищников, представить мир стихии и будущих научных лабораторий, придумать техническое устройство приборов, – любая тема предполагает раскрепощённость в мыслях, эмоциях, настраивает на ассоциативные посылы, на атмосферу чувственности, что стимулирует креативность.

Развитая креативность повышает конкурентоспособность дизайнера, ориентирует на социальные ценности. Социальные установки дизайнеров с помощью создаваемых ими коллекций способны воздействовать на реальный образ жизни людей. Современным дизайнерам необходимо думать не только о творческой самореализации, но и о перспективах развития общества [3]. Для оценки креативности общего характера используются различные тесты дивергентного мышления, личностные опросники, анализ результативности деятельности. Активному «пробуждению» творческого мышления помогают учебные ситуации с проектными вариантами заданий и упражнений, интегрирующих множество новых элементов поиска и ассоциаций, тренирующих внимание, память, воображение, интуицию. Практическая проектная деятельность, выполняемая самостоятельно, имеет открытый характер и формирует стратегию развития креативности. Индивидуальные задания по разработке трендлуков и эскизов ассортименитого ряда новых моделей одежды, а также мудборда (доски настроения) на творческие темы в авторских проектах студентов определяют основу генерирования идей и выбора методов для их реализации в материале, а в результате освоенный процесс впоследствии поднимает уровень креативности личности.

Г.Э. Мюллер считал, что ассоциация порождает «созвездие активных элементов мозга, в результате чего возникает решение», тренируется проницательность как характеристика феномена успешных, способных к творчеству личностей.

Теория креативности С.А. Медника базируется на том, что основой креативного мышления являются ассоциации, возникающие в результате новых комбинаций между идеями. Более креативным считается мышление при условии, что эти ассоциации отвечают требованиям задачи и характеризуются полезностью. Медник различал три пути креативных решений, основанных на ассоциациях: через интуитивную прозорливость, через нахождение сходства между отдаленными элементами (идеями), через опосредование одних идей другими [9].

Креативная личность находит удовлетворение не только в достижении цели, но и в самом процессе творческой деятельности. Однако противоречивы научные мнения о факторах, определяющих динамику креативности человека в течение его жизни, как внутренний ресурс человека, как механизм саморазвития. Также предметом оживленных споров становятся новые образовательные возможности информационных технологий, техники, информатики, интернет-ресурсов, телевидения развивать креативность. Остается открытым и вопрос о влиянии новых средств обучения на развитие креативности.

В детском возрасте происходит интенсивное развитие «первичной» креативности как общей одаренности и творческой способности, во втором периоде до 20 лет развивается «специализированная креативность», как способность к творчеству в определенной сфере деятельности, поскольку в ходе выполнения этапов

дизайн-проекта будущий дизайнер постоянно сталкивается с поиском ассоциаций, отрабатывая механизм творческого процесса.

В благоприятный период обучения возможно структурирование и конструирование креативности будущего дизайнера. Креативность как продукт творчества является высшей формой активности и самостоятельности студента. Для этого необходима креативная среда, условия для творчества и созидающая цель проектных работ. Формулировка концепции проектирования, заостренная на определенной значимой проблеме, требует от дизайнера способности выбора ее решения вразрез с общепринятым мнением; личной манеры и мотивации исполнения работ; новизны и оригинальности проекта в целом.

В результате освоения креативных техник на различных этапах дизайн-проекта по разработке коллекции моделей костюма дизайнер приобретает способности легко ориентироваться в ситуациях с высокой степенью неопределенности, потенциальной многовариантности, свободнее адаптируется к незнакомой среде, проявляет гибкость, инициативность, активность в коммуникациях, упорство, самоорганизованность, работоспособность. В ходе выполнения этапов дизайн-проекта будущий дизайнер постоянно сталкивается с поиском ассоциаций, отрабатывая механизм творческого процесса. Оттачивается беглость и уверенность генерирования идей на стадии эскизов, быстрота реакции по выбору образа, ведущих трендов по цвету, силуэту и форме, личная манера изображения.

Наличие необычных ассоциаций характеризует креативное мышление. Ассоциации возникают как ответная реакция на реальные объекты действительности или же на образы в сознании, воображении художника. К реалистичным ассоциациям относятся принципы использования творческого источника. Например, дым, водопады, космическая пыль, ассоциативно воплощенные в цветовом и фактурном решении поверхности материалов, задают определенное содержание и форме костюма, они стимулируют творческую активность. Таким образом, выявляется связь между способностью генерировать ассоциации, дивергентным мышлением и креативностью.

Дизайнеру не приходит вдруг озарение, ему требуется много усилий и часов работы. Анализ интеллектуальной и творческой активности студентов по результатам использования методики проведения с ними практических этапов проектирования новых моделей костюма показал влияние на эффективность развития креативного мышления такого фактора, как регулярное выполнение ассоциативной проектной деятельности. На основе анализа практического опыта, теоретического осмысления и систематизации результатов педагогической деятельности креативность рассмотрена как процесс творчества, в котором выявлена взаимосвязь между выполнением проектных видов работ и динамикой развития креативности дизайнера.

Проектирование – важнейший фактор развития образования, предполагает создание проекта, замысла, идеи, а затем реализацию его в материале. Овладение основами профессиональной деятельности дизайнера в процессе проектной работы доставляет студентам творческое удовлетворение, чувство самореализации, приобщения к новой культуре [2]. На завершающей стадии обучения проектная методика ассоциативного эскизирования и поиска связей между творческим источником, тенденциями и формообразованием костюма позволяет развить оригинальность мышления, способность генерировать нестандартные идеи формообразования современного костюма. Студенты легче и быстрее ориентируются в перспективных трендах, стилевых направлениях, принимают решения, идут на эксперимент с цветом, фактурой и формой одежды, демонстрируют гибкость в переосмыслении функций одежды и ее деталей, возможностей использования их различным образом после осуществления проектных видов работ по созданию коллекции моделей. Таким образом, проектная методика обучения является не просто технологией, а креативной техникой – процессом развития творческих способностей в профессиональной деятельности дизайнера.

В результате освоения проектного метода разработки коллекции моделей значительно повышается уровень креативности дизайнера, который в свою очередь формирует и характер личности, и профессиональные способности выпускника, и его готовность к преобразованиям культурного опыта современного общества, определяет высокий потенциал созидательной деятельности в широкой сфере

дизайна на срезе новых технологий общества будущего. Сформированное креативное мышление обеспечивает дизайнеру необходимый уровень востребованности.

Таким образом, можно сделать ряд выводов. Научные представления о креативности как свойстве личности, имеющем в своей структуре ряд компонентов, позволяют утверждать, что это качество необходимо для дизайнера костюма. Именно креативно мыслящие дизайнеры являются двигателем в мире моды и искусства. Изучение креативности как продукта, полученного в результате обучения будущего профессионала в области моды, доказывает, что креативность подлежит педагогическому воздействию, ее положительная динамика корректируется под воздействием различных методик, например таких, как проектный метод и метод ассоциативных механизмов творчества по направлению подготовки дизайнеров костюма. Как творческий процесс креативность в практике проектной деятельности по созданию новых моделей и коллекций костюма является креативной технологией формирования необходимого уровня мастерства дизайнера.

Опыт показывает, что связь между элементами проектной практики в разных областях знаний формирует креативность общего характера, которая, развиваясь в сфере дизайна костюма, выходит за профессиональные и временные рамки. Высокий уровень креативного мышления выпускника позволяет говорить об особом социально-психологическом типе его личности с точки зрения культурных, интеллектуальных и творческих способностей, которые предполагают его способность к осмыслению глобальных проблем общества, к видению эффективных решений широкого круга задач различных сфер постоянно изменяющегося социума. Креативное дизайнерское мышление – это новый менталитет активной, созидающей личности, готовой к коренным позитивным преобразованиям в обществе.

**Список литературы**

1. Ковешникова Е.Н., Ковешникова Н.А. Модели дизайн-образования: зарубежный опыт // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. – 2014. – № 4–2. – С. 117–125.

2. Кулешова А.А. Внеаудиторная подготовка студентов к конкурсу моды как форма повышения профессиональной компетентности дизайнеров костюма // Современные проблемы науки и образования». – 2012. – № 3; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=6322.

3. Нагорских Т.Н. Дизайн костюма: теория, практика, образование: коллективная монография; под общ. ред. д.т.н., проф. И.В. Черуновой. – Шахты: Изд-во ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2015. – 162 с.

4. Проценко А.С., Кулешова А.А. Манипуляции с материалами в дизайне костюма // Сборник материалов I Всероссийской (с участием граждан иностранных государств) научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Научная весна-2016». – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2016. – С. 307–312.

5. Селютин В.Д. Математические модели управления экономическим риском на основе концепции риска как ресурса // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. – 2012. – № 1. – С. 171–175.

6. Тимофеева М.Р. Технология развития креативного мышления у дизайнеров через проектные методы // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4; URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=20588.

7. Хоменко Ю.А. Особенности функционирования системы выявления, развития и поддержки интеллектуально одаренных детей в условиях многоуровневого университетского комплекса: монография / «Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса»; под ред. А.Г. Сапронова. – Шахты: ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2011. – 166 с.

8. Guilford Y.P. The nature of human intelligence. – N.Y., 1967. – 232 p.

9. Mednick S.A. The associative basis of the creative process // Psychol. Rev. – 1969. – № 2. – 32 p.

10. Torrance E.P. Guiding creative talent – Englewood Cliffs. – WJ: Prentice-Holl, 1964.

УДК 378.22:379.8:37.036

# АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ПОНЯТИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЛИЧНОСТИ И ЕЕ РОЛИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Медведь Э.И., Сергеева В.П., Киселева О.И.**

*ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Институт культуры и искусств, Москва, e-mail: med-elya@yandex.ru*

В статье рассматривается содержание понятия эстетической культуры личности и ее роли в профессиональной подготовке студентов в условиях высшего образования. Раскрывается система слагаемых нравственно-эстетических качеств личности. Эстетическая культура рассматривается как один из ведущих компонентов гуманитарной культуры будущего специалиста в области культурно-досуговой творческой деятельности. В статье говорится о том, что важными факторами, определяющими и регулирующими деятельность, являются эстетические ориентации, потребности и интересы, что эстетическая культура имеет социально-исторический характер. А причины изменений в эстетической культуре общества и личности непосредственно связаны с развитием общественно-экономического базиса. Материалы статьи практически были апробированы в профессиональной деятельности бакалавров – организаторов культурно-досуговой деятельности – выпускников института культуры и искусств Московского городского педагогического университета. Анализ данного практического опыта обусловил выдвижение новых требований к подготовке профессионала социально-культурной деятельности. Ведь именно культурно-эстетическое содержание становится одним из главных компонентов профессионального творческого процесса.

**Ключевые слова: культура, гуманитарно-эстетическая культура, эстетическая культура, эстетическое сознание, эстетическая потребность, социально-культурная деятельность, культурно-досуговая деятельность, ценностные ориентации**

# THE ANALYSIS OF THE NOTION OF AESTHETIC CULTURE OF PERSONALITY AND ITS ROLE IN PROFESSIONAL TRAINING OF THE BACHELOR OF SOCIO-CULTURAL ACTIVITIES

**Medved E.I., Sergeeva V.P., Kiseleva O.I.**

*Moscow City Pedagogical University, Institute of Culture and Arts, Moscow, e-mail: med-elya@yandex.ru*

The article discusses the concept of aesthetic culture of personality and its role in the training of students in higher education. Reveals the system of terms of moral-aesthetic qualities. Aesthetic culture is considered as one of the leading components of the humanitarian culture of the future specialist in the field of culture, leisure and creative activities. The article States that the important factors determining and regulating activities, are aesthetic orientation, the needs and interests of that aesthetic culture is socio – historical in nature. And the reasons for changes in the aesthetic culture of society and personality are directly connected with the development of the socio – economic basis. The article was practically tested in professional activity – organizers of cultural and leisure activities – graduates of the Institute of culture and arts Moscow city pedagogical University. The analysis of this practical experience resulted in new demands to the professional training socio-cultural activities. After all, cultural contents becomes one of the main components of the professional creative process.

**Keywords: culture, humanitarian-aesthetic culture, aesthetic culture, aesthetic consciousness, aesthetic need, socio-cultural activities, cultural and leisure activities, values**

Объективность и субъективность формы многомерного понятия «культура» (лат. cultura – возделывание, воспитание, образование, развитие, почитание) позволяет охватывать разнообразные сферы жизни людей, которые можно разделить на предметно-практическую (общественную и личностную) деятельность, а также общественное и личностное сознание (политика, философия, эстетика, мораль, искусство и т.д.). Освоение социокультурного опыта определяется уровнем просвещенности, воспитанности, образованности как отдельной личности, так и поколения в целом. Эти качества культурной личности проявляются в мировоззрении, системе развитых знаний, умений, навыков, в широте и глубине интеллекта, сформированности нравственно-эстетического отношения к миру, человеку, т.е. в слагаемых духовной характеристики личности [8, с. 44].

Необходимость функционирования и самовыражения личности в обществе определяет систему знаний и качеств личности, формирующих ее гуманитарную культуру. Гуманитарная культура содержит знания из различных общественных наук, эстетики, морали, искусства, систему ценностных ориентаций и потребностей, взглядов, идеалов и установок гуманитарной деятельности, коммуникации, поведения.

В нее входят также элементы нравственно-эстетического сознания и деятельности, познавательные, ценностно-ориентационные, воспитательные и духовно-коммуникативные характеристики личности [6, с. 22].

В гуманитарную культуру личности входит в том числе эстетическая культура как один из компонентов. У каждого отдельного индивидуума складывается определенное эстетическое отношение к окружающим людям и действительности. Человек не может существовать в отрыве от сложившихся в его сознании различных ценностей, в том числе эстетических. Каждая личность определяет субъективную значимость собственной деятельности, а также свое отношение к окружающей среде. При этом человек эстетически осваивает мир в диалектическом единстве трех различных ракурсов:

«1) эстетического в объективной действительности;

2) субъективно-эстетического (эстетическое сознание);

3) искусства (как своеобразного единства субъективно и объективно-эстетического)» [10, с. 58].

Эстетические установки и принципы личности могут быть одним из инструментов критериального аппарата оценки уровня эстетической культуры. Высокий уровень эстетической культуры определяется в том числе способностью передать обществу собственное эстетическое видение и отношение к окружающей среде, представление об идеалах и эстетические взгляды.

Выдающийся деятель отечественной науки Д.С. Лихачев рассматривал культуру с точки зрения эффективного фактора созидания и совершенствования мира, а также с точки зрения инструмента самопознания человеком мировой многогранности, что и должно формировать его личность, способствовать становлению его культуры. Если рассматривать поэтапный процесс формирования общей культуры личности, то в первую очередь его обеспечивает педагогический процесс совместно с целенаправленным музыкально-эстетическим воспитанием.

Каждая личность обладает определенной системой эстетической культуры, что определяет и эстетическую культуру народа в целом. К ней следует отнести и чувственные качества, и интеллектуальные способности, и видение совершенства в жизни, и поведение.

Эстетическая культура не может существовать самостоятельно и автономно. Она проникает во все формы и поля деятельности людей.

Человек имеет разные уровни восприятия процесса эстетического освоения мира: репродуктивный и творческий, в ходе которого общечеловеческое содержание преобразовывается в перспективы будущего. Это является социально-гуманитарной функцией личности и удовлетворением ее потребности в самостановлении и саморазвитии. Содержание и формы эстетического отношения к миру определяют уровень творческих способностей личности и необходимые социально-культурные условия творческой деятельности [1, 2, 9].

Эстетические сознание, отношение и деятельность, чувства, восприятия, представления, суждения, оценки, убеждения, вкусы, идеалы, взгляды и др. относятся к общепризнанным формам проявления эстетической культуры и находятся в диалектической взаимосвязи. Эстетические вкусы и потребности формируются на почве живых эстетических эмоций, восприятий и чувств и представляют собой устойчивые качества личности, которые органически соединяют в себе чувственное и рациональное и обеспечивают в процессе эстетического отражения переход на высшие уровни сознания.

Эстетические ориентации, потребности и интересы являются важными факторами, определяющими и регулирующими деятельность. Эти категории тесно взаимосвязаны. Они являются показателями, характеристиками эстетического сознания и рождаются в процессе его развития.

Эстетическая потребность личности общественна по своей природе, способна интегрировать опыт эстетического восприятия, переживания, вкусов. Ее можно рассматривать как «состоявшееся отношение», как тип эстетического отношения, из которого выходят и от которого зависят другие типы эстетических отношений, как двигатель эстетического сознания личности. Она является категорией, «характеризующей реальное состояние, возможности (потенциал) развития эстетического сознания, и не только в один из моментов его существования, а в любой из его периодов и на любом уровне» [3, с. 90]. Развитие эстетических потребностей субъекта связано с повышением уровня эстетических знаний и оценочных представлений.

Поэтому эстетические потребности служат показателем уровня эстетической культуры личности.

Эстетические интересы являются важными характеристиками эстетической культуры личности. Объективные отношения и потребности связаны в них с субъективными мотивами, эмоциями, волей, а между объективными причинами и субъективными побуждениями происходят постоянные превращения: «субъективное превращается в объективное, сознательное намерение – в реальное действие, преобразующее мир» [12. с. 24].

Эстетическая культура имеет социально-исторический характер. Причины изменений в эстетической культуре общества и личности связаны с развитием общественно-экономического базиса. Условия для устранения природной и социальной ограниченности личности возникают на том этапе общественного развития, который характеризуется прогрессом общечеловеческой культуры.

Эстетическая культура обновляющегося российского общества обретает гуманистический характер, способствует формированию универсальной, творчески активной и духовно богатой личности.

Таким образом, приведенный научно-теоретический анализ по проблеме эстетической культуры личности позволяет нам сформулировать некоторые выводы:

– эстетическая культура личности является культурным компонентом, который помогает ей утверждать себя как субъекта культуры и реализовать в обществе свою социально-гуманитарную функцию;

– развитие совокупности форм эстетической культуры личности (сознания, отношения, деятельности) создает условия для включения субъекта во взаимосвязанный процесс усвоения общечеловеческих ценностей и саморазвития, гармонизации личного культурного мира, предметов деятельности;

– гармоническое развитие эмоционально-психологической, научно-теоретической и практико-поведенческой сфер эстетической культуры личности обеспечивает ей переход на созидательно-воспитательный уровень эстетического отношения к действительности и человеку, человеческим отношениям;

– эстетическое сознание личности посредством чувственно-рационального освоения мира, человека, социальных отношений (чувства, вкусы, суждения, взгляды, идеальные представления) вырабатывает идеальные модели желаемого будущего, которые затем могут быть реализованы в деятельности человека [11, с. 252].

Эстетический компонент присущ всем видам человеческой деятельности (познанию, ценностно-оценочным отношениям, общению, духовно-практическому преобразованию мира), включая педагогическую деятельность, которая носит творческо-созидательный характер.

Деятельность организатора культурно-досуговой деятельности – общественно значимая, как участника социального процесса воспроизводства личности. Настоящий этап обновления общества имеет гуманитарно-демократическую направленность. Это обусловило выдвижение новых требований к подготовке профессионала социально-культурной деятельности. Ведь именно это культурное, духовное содержание становится одним из главных компонентов профессионального творческого процесса. Проблема состоит в том, чтобы научиться учитывать этот личностный аспект содержания профессионального образования и реалистически согласовать с ним остальные, научиться ценить такого будущего специалиста социально-культурной сферы как главного носителя формирования культуры в учреждениях образования и культуры, развить его личностный потенциал.

Изучая пути совершенствования профессиональной подготовки бакалавра социально-культурной деятельности, многие исследователи приходят к мысли о взаимосвязи и взаимозависимости компонентов педагогического мастерства, в частности его глубоко личностной основы – гуманитарно-эстетической культуры, с ее специфическими педагогическими проявлениями в деятельности и поведении будущего профессионала. Эстетическая культура такого профессионала входит в его общую культуру, включая социально-философский, эстетический, этический, педагогический и другие элементы. Функционируя в структуре педагогической культуры, его эстетическая культура в то же время воздействует на все аспекты самой педагогической культуры, предоставляя в ее распоряжение собственно эстетические средства [3, 4, 5].

Эстетическое развитие будущего специалиста социально-культурной деятельности – необходимое звено в становлении

его личности как продукта биологической, социальной, исторической среды. Значительная роль здесь принадлежит развитию и коррекции социально-психологических личностных качеств. Эстетическое развитие проявляет себя как «составная часть общего психического развития, как обогащение содержания эстетических качеств (эстетического восприятия, вкуса, художественно-образного мышления, эстетических эмоций, потребностей, умений, навыков, способностей) и сущностных сил личности, как процесс их становления).

По нашему мнению, эстетическая культура бакалавра социально-культурной деятельности выступает интеграцией содержания и форм активности развитого эстетического сознания, прежде всего направленного на эстетико-педагогическое восприятие, оценку и преобразование человека, с подсистемой деятельно-практических качеств, необходимых для успешной профессионально-эстетической деятельности. При этом эстетическое сознание связано с самосознанием, самооценкой как важнейшими механизмами формирования эстетических установок и качеств личности.

Выступая как «совокупность эстетических профессионально значимых качеств личности», эстетическая культура может характеризоваться знаниями, взглядами, убеждениями, сформированными на эмоционально-чувственном восприятии и осмыслении эстетического в действительности (познавательный критерий), умением переживать, анализировать и оценивать действительность и искусство с позиций идеала (эмоционально-оценочный критерий), а также деятельностными качествами личности (деятельностный критерий) [7, с. 63].

Учитывая сложность понятия «эстетическая культура», мы остановимся на некоторых ее составляющих, которые играют важную роль в профессионально-ориентированной подготовке бакалавра социально-культурной деятельности к эстетическому воспитанию детей, такие как восприятие, чувства, взгляды.

Эстетические восприятия и чувства входят в субъективно-эмоциональную сферу сознания специалиста, составляют основу эмпирического уровня мышления. В эстетических чувствах и восприятиях целостно отражается мир, социальная действительность, человек. Это отражение влияет на полноту нравственно-эмоциональной оценки объектов и явлений социально-культурной сферы. В богатстве эстетических восприятий и чувств аккумулируется сложный опыт социально-гуманистической чувственности, который позволяет личности ориентироваться в лабиринтах человеческих отношений, воспринимая их с позиций нравственно-эстетической оценки красоты, совершенства, добра, справедливости и человечности.

Эстетические взгляды составляют основу эстетического мировоззрения, которое «выполняет функцию самосознания человека, путем духовно-практического устройства и переустройства всего миропорядка, определения коренных целей и смысла человеческого существования» [6, с. 37]. В них систематизируется эстетическое представление о мире, выражается личностная оценка мира, проявляется социально-эстетическая позиция личности. Эстетические взгляды связаны с нравственными нормами и взглядами личности на педагогическую модель воспитания человека, которые становятся творческими, гуманистическими, обращенными к человеку.

С развитием эстетического сознания и самосознания бакалавра социально-культурной деятельности связаны существенные изменения внутри его личности, появляются и совершенствуются самооценка, стремление к эстетическому самосовершенствованию, потребность гуманитарно-эстетического познания, переживания, оценки и преобразования окружающей действительности и себя лично.

Таким образом, эстетическая культура выступает синтезом и гармонией эстетического сознания и самосознания, отношения и деятельности, ускоряет процессы социализации и гуманитаризации личности. Особенности влияния процесса формирования эстетической культуры личности на развитие профессиональных показателей ее гуманитарной культуры нужно учитывать при построении и реализации модели процесса формирования эстетической культуры будущего профессионала социально-культурной сферы [7, с. 29].

Недооценка роли эстетического компонента культуры будущего бакалавра в профессиональной подготовке оборачивается несформированностью эстетического отношения личности к действительности, искусству, творчеству и человеку

как к субъекту, с которым предстоит взаимодействовать в будущей деятельности. Отсутствие системы эстетических установок сознания, самосознания, деятельности приводит к нетворческой реализации воспитательного процесса, тормозит передачу эстетического опыта студентам.

## Список литературы

1. Бакланова Т.И., Медведь Э.И. Социально-культурное партнерство музеев и вузов как фактор формирования этнокультурной компетентности студентов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21591.

2. Киселева О.И., Медведь Э.И. Фестивальное движение как сфера реализации культурной политики // Наука и технологии в современном обществе. – 2015. – № 1–20. – С. 30–34.

3. Киселева О.И. Профессиональная компетентность студентов в педагогическом маркетинге // Среднее профессиональное образование. – 2009. – № 12. – С. 63–65.

4. Киселева О.И. Педагогические условия формирования конкурентоспособности вуза в современном экономическом развитии образования // Вестник экономической интеграции. – 2014. – № 5 (74). – С. 93–96.

5. Киселева О.И. Педагогический маркетинг как инструмент повышения конкурентоспособности современного учителя // Среднее профессиональное образование. – 2009. – № 9. – С. 39–40.

6. Медведь Э.И. Профессионально-ориентированная подготовка студентов к эстетическому воспитанию школьников в условиях педагогического колледжа (на прим. специальности 0303 «Иностранный язык»): дис. … канд. пед. наук. – М.: РГБ, 1998. – 217 с.

7. Медведь Э.И. Эстетическое воспитание школьников в системе дополнительного образования: учебное пособие. – М.: МГПИ, 2012. – 49 с.

8. Медведь Э.И., Киселева О.И. Исторический экскурс педагогических основ формирования эстетической культуры личности // Российская наука в современном мире: сборник статей международной научно-практической конференции / отв. ред. В.Б. Соловьев. – М.: ООО «Актуальность. РФ», 2015. – С. 88–98.

9. Медведь Э.И., Киселева О.И., Портников В.И. Музыкальные фестивали в реализации культурной политики России // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 12–1. – С. 166–170.

10. Панова Н.Г., Умеркаева С.Ш., Кайтанджян М.Г., Левина И.Д., Медведь Э.И., Грибкова Г.И., Киселева О.И., Бакланова Т.И., Опарина Н.А., Портников В.И., Ганьшина Г.В. Педагогика культуротворческого досуга: учебное пособие. – М.: УЦ Перспектива, 2016. – 260 с.

11. Портников В.И. Некоторые аспекты формирования музыкального художественного вкуса детей и молодежи // Инновационные процессы в научной среде: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: ООО «Аэтерна», 2015. – С. 252–255.

12. Социально-культурное партнерство: вуз – музей – библиотека в условиях инновационного развития: коллективная монография / Т.И. Бакланова, Г.В. Ганьшина, Г.И. Грибкова, Е.В. Дольгирева, Е.М. Жукова, И.В. Коршунова, О.И. Киселева, О.Л. Косибород, Э.И. Медведь, А.В. Нестеренко, Н.А. Опарина, Н.Г. Панова, В.И. Портников, С.Ш. Умеркаева / под ред. Т.И. Баклановой. – М.: УЦ Перспектива, 2016. – 308 с.

УДК 378:372.881.1

# ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПЕРЕВОДЧИКОВ

**Мельникова Е.П.**

*ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Институт гуманитарного образования, Магнитогорск, e-mail: arthelen@mail.ru*

В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. особое внимание уделяется развитию профессиональной подготовки специалистов-переводчиков. Очевидно, что в современных условиях модернизации общества повышается спрос на высокий уровень квалификации и компетентности переводчиков-специалистов. В целях эффективной реализации задач государственного стандарта необходимо формировать иноязычную коммуникативную компетентность будущих переводчиков-специалистов, а именно разработать условия, при которых она будет наилучшим образом достигнута. В статье даны теоретические обоснования появления ряда понятий, использующихся в родстве с определением компетентности именно в рамках исследования обучения будущих специалистов-переводчиков, а также педагогические условия, при которых эффективно формируется иноязычная коммуникативная компетентность будущих специалистов-переводчиков.

**Ключевые слова: компетентность, профессиональная компетентность, иноязычная коммуникация, объединенная мотивация, диалогическое иноязычное общение**

# PEDAGOGICAL ASPECTS OF FOREIGN-LANGUAGE COMMUNICATIVE COMPETENCE FORMATION OF SKILLED IN INTERPRETING FUTURE PROFESSIONAL LINGUISTS

**Melnikova E.P.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: arthelen@mail.ru*

Federal State Educational Standard of higher education of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation since October 17th 2016 focuses on the development of professional training of the skilled language translators and interpreters. It is obvious modern society upgrading factors increase the demand for skilled in interpreting competent future professional linguists. In order to effectively achieve the objectives of the Federal State Educational Standard it is necessary to form the foreign-language communicative competence of future professional linguists skilled in interpreting, and also to work out the conditions, which would lead to its successful realization. The article presents the research of some theories of definitions resulting from its vital component "competence" with its special features viewed in terms of the future professional linguists' education. The article presents the conditions to form effectively foreign-language communicative competence of future professional linguists in training.

**Keywords: competence, professional competence, foreign-language communication, combined motivation, dialogue based foreign-language communication**

В современных условиях общественно-экономического и политического развития России возрастает роль межкультурной коммуникации, которая связана со знанием иностранных языков. Изменения в социально-экономической сфере обусловливают жесткие требования к подготовке квалификации специалистов разных сфер деятельности и со стороны работодателей в отношении уровня иноязычной профессиональной подготовки. Этот факт требует изменения подходов к профессиональной подготовке специалистов-переводчиков и формированию у них таких компетенций, которые бы обеспечивали им свободное вхождение в иноязычную коммуникацию как на уровне устной, так и письменной речи; становление их как профессионалов со знанием иностранных языков, отлично знающих свою специальность, а также легко ориентирующихся как в области своей профессиональной языковой переводческой деятельности, так и в смежных областях, что на сегодняшний день в современном мире тесно связано и с иноязычной коммуникативной компетентностью (ИКК).

Процесс обучения иностранному языку трактуется Советом Европы в рамках активизации общих компетенций в целом и в частности формировании коммуникативной языковой компетентности [9]. Если цель иноязычной подготовки будущих переводчиков-специалистов состоит в формировании и развитии у них профессионально ориентированной межкультурной коммуникативной компетентности, включающей

знания, умения как на иностранном, так и на родном языке, а также определённые способности и качества личности, необходимые специалисту-переводчику, то это достижение такого уровня владения родным и иностранными языками, который позволяет им адекватно управлять своим речевым поведением в изменяющихся условиях межкультурного общения. Ценность высококвалифицированных специалистов-переводчиков со сформированной ИКК в условиях развития тесных международных контактов во многом определяется уровнем их иноязычной языковой подготовки, от которой зависит успешная реализация их различных устремлений (и профессиональных, и творческих, и социально-культурных), а также адаптированность к новому иноязычному и интеркультурному общению. Основная цель данного исследования – рассмотреть аспекты формирования иноязычной коммуникативной компетентности у студентов, обучающихся по направлению подготовки 45.05.01 – «Перевод и переводоведение», специализация «Специальный перевод», уровень высшего образования «специалитет», как будущих специалистов-переводчиков [7]. Для более чёткого определения базовых понятий нашего исследования необходимо развести такие широко употребляемые в педагогическом словаре понятия, как «компетенции» и «компетентности» применительно к сфере нашего исследования, то есть профессиональной подготовке специалистов-переводчиков. **Компетенция** представляет собой общее понятие, применяемое к профессии, характеризующее сферу деятельности специалиста-переводчика, круг применения его способностей, качеств, навыков, знаний в области его профессиональной деятельности, помогающее действовать в различных новых ситуациях иноязычной коммуникации. В результате овладения компетенцией формируется **компетентность** как обозначение определенного качества личности, которое характеризует степень квалифицированности, осведомлённости субъекта при выполнении своих сугубо профессиональных обязанностей, а также лично значимые для него знания, умения, навыки, опыт, которые он использует в работе. Таким образом, компетентность – это интегративное профессионально значимое новообразование личности будущего специалиста-переводчика, которое является, с одной стороны, результатом, а с другой стороны, показателем освоения им опыта теоретической и практической переводческой деятельности. Формирование у будущих специалистов-переводчиков ИКК является составной частью процесса их профессиональной подготовки, направленной на развитие у них в конечном итоге **профессиональной компетентности,** включающей в себя различные компетентности – психологическую, исследовательскую, общекультурную, общепрофессиональную и т.д. В условиях современных ФГОС ВО решение этой задачи обеспечивается на основе реализации компетентностного подхода, что предполагает овладение студентами в процессе обучения отдельными компетенциями, необходимыми для успешного выполнения в будущем профессиональной деятельности. Профессиональная подготовка специалистов-переводчиков на основе соответственно компетентностного подхода обеспечивает формирование целого ряда общепрофессиональных и профессиональных компетенций, позволяющих будущему переводчику осуществить разные виды профессиональной переводческой деятельности [10], что отражено в федеральных государственных образовательных стандартах третьего поколения и где определены профессиональные компетенции, а также общепрофессиональные компетенции [7].

Как известно, все формируемые, согласно ФГОС ВО, компетенции объединены в три группы – общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные. Анализ содержания компетенций по направлению подготовки 45.05.01 «Перевод и переводоведение» показывает, что содержание общекультурных компетенций составляют академические и эмпирические знания, умения, навыки обучающихся, способность учиться на основе максимального задействования своих потенциальных возможностей, что К.С. Киктева относит к экзистенциальной компетенции, связанной с индивидуальными характеристиками и личностными качествами [3]. Сегодня в обучении иностранным языкам специалистов разных уровней и направлений акцентируется внимание на формировании социокультурной компетенции, что предполагает их вторичную социализацию, то есть вхождение личности в иной социум (сообщество), и становление вторичной языковой личности (В.И. Андреев [1], Г.К. Никольская [6], К.К. Чуркин [11]). В общей структуре профессиональной компетентности будущего специалиста-переводчика для нас важны два вида входящих в нее

**практико-ориентированных предметных компетенций:**

1) способности к иноязычной межличностной коммуникации, показателями которой являются осознание обучающимися коммуникативно-социальной значимости деятельности переводчика; соответствие требованиям времени; способность вести переговоры в соответствии с профессиональной этикой общения, условиями труда, и т.п.; способность к самодисциплине, умение планировать коммуникацию, управлять рабочим временем и материалом, постоянно повышать собственную иноязычную квалификацию; знание стандартов рынка переводческих услуг; способность к самооценке, принятию новых технологий, способность к адаптации в новых условиях труда;

2) сугубо профессионально-переводческие умения специалиста как посредника перевода, проявляющиеся в знаниях о создании перевода как такового; в способности грамотно наметить этапы и обосновать выбор стратегии перевода; дать оценку переводу в соответствии с трудностями и способами их разрешения; в умении корректировать и редактировать выполненный перевод; соблюдать стандарты качества перевода; в способности к гибкому использованию устной и письменной речи.

Переводческая деятельность, как показывает практика, напрямую связана с несколькими видами коммуникации, где иностранный язык имплицитно выполняет функцию и общения, и познания, а значит, служит средством межличностного, межнационального, межкультурного, межгосударственного общения народов. В иноязычной коммуникации специалистов-переводчиков задействованы разные виды коммуникации: межъязыковая (в которой проявляется уровень развития языковой и речевой компетенций), интеркультурная (базирующаяся на страноведческой и лингвострановедческой компетенциях), межличностная (основанием которой выступают интерактивная и перцептивная компетенции). Таким образом, правомерно утверждать, что **иноязычная коммуникация** – это субъект-субъектный двунаправленный процесс, в рамках которого в иноязычном общении как средстве коммуникации наличествует, с одной стороны, взаимодействие разных языков, культур, а с другой стороны, разных субъектов – носителей этих языков и культур. Положения о важности иноязычной коммуникативной подготовки будущих специалистов переводчиков закреплены в ФГОС ВО, направление подготовки 45.05.01. Опираясь на данные нормативные документы [7, 10], иноязычную коммуникативную компетентность специалистов-переводчиков мы рассматриваем как интеграцию и взаимопроникновение составляющих ее компетенций: лингвистической, социокультурной, интерсоциальной, степень сформированности которых позволяет будущему специалисту-переводчику эффективно осуществлять иноязычную коммуникацию. Поэтому **формирование иноязычной коммуникативной компетентности** специалистов-переводчиков мы определяем как сложное многоплановое явление, на которое оказывают влияние различные объективное и субъективные факторы и которое представляет собой неотъемлемую часть общего процесса становления их профессиональной компетентности. Поэтапность процесса формирования ИКК на основе единства действительного и возможного обеспечивает появление новых качественных изменений в ее содержании и структуре благодаря тому, что каждый последующий этап предполагает упрочнение, закрепление знаний, умений, навыков обучающихся, полученных ими на каждом предыдущем этапе. Кроме того, формирования ИКК мы рассматриваем как саморегулирующийся процесс, как внутренне закономерное движение будущего специалиста от начального уровня сформированности ИКК до более высокого в соответствии с этапами данного процесса [5]. Организации процесса обучения как целостной системы, включающей в себя множество взаимосвязанных элементов, образующих устойчивое единство и целостность, обладающее интегративными свойствами и закономерностями, обеспечивает достижение высокого уровня сформированности ИКК.

Гипотезой нашего исследования является предположение о том, что в процессе формирования ИКК отражен ряд закономерностей, при которых формирование ИКК специалистов-переводчиков возможно, если на практических занятиях студенты включаются:

а) в иноязычную коммуникацию через погружение в среду, побуждающую их к письменной и устной иноязычной речи, через осознание смысла и значимости этой иноязычной деятельности, что способствует стимулированию их мотивации на данную профессиональную деятельность;

б) в активное диалоговое взаимодействие, направленное на овладение навыками межкультурного и межличностного общения в письменной и устной форме

с носителями изучаемого иностранного языка в типичных и нетипичных ситуациях.

При таком подходе к иноязычной подготовке студентов обеспечивается поэтапное оптимальное развитие у них профессионально-ориентированной ИКК на максимально возможном уровне владения иностранным языком, что позволяет им адекватно оценивать свое речевое поведение в изменяющихся условиях межкультурного общения. Согласно определению процесса формирования ИКК будущих специалистов-переводчиков в рамках нашего исследования эффективное формирование ИКК будущих специалистов-переводчиков может проходить при осознанной потребности студентами поэтапного прохождения от начального уровня к наиболее высокому уровню посредством овладения студентами необходимыми знаниями и опытом иноязычной деятельности в процессе реализации соответствующих педагогических условий. Инновационность эффективного формирования ИКК у будущих специалистов-переводчиков в нашем исследовании есть опора на введенное нами понятие «объединенной мотивации», которая в нашем исследовании является детерминантным фактором формирования ИКК будущих специалистов-переводчиков, под которой мы понимаем соединение и осознанной личностно-значимой, и профессиональной направленностей студента в его учебной познавательной иноязычной деятельности. Одно из условий формирования ИКК направлено на формирование у будущих специалистов-переводчиков «объединенной мотивации» при обучении иностранному языку [5]. Если главной установкой языкового образования в наши дни становится ориентация на формирование ИКК личности, а желаемым результатом языковой деятельности – овладение языком как средством общения, то ведущим принципом обучения становится в данной ситуации диалог культур. Как известно, одним из определяющих факторов успешного достижения результатов образования выступает мотивация обучающихся на учебную деятельность, целью и результатом которой является познание через сбор и переработку информации об окружающей действительности и мире, что отражается в знаниях, умениях, навыках, в системе отношений и уровне общего развития личности. Цель, как отмечает И.А. Зимняя, определяет «мотивы деятельности» [2], на достижение которой работают условия, обеспечивающие переход этой внешней цели во внутреннюю, личностно значимую для каждого студента как субъекта деятельности. Мотив, как побуждение, которым руководствуется студент при осуществлении своих учебных действий как в ситуациях иноязычного общения, так и в учебной деятельности в целом, выступает при таком подходе достаточно эффективным регулятором их сознательного развития, которое происходит на основе взаимосвязи потребностей, интересов, стремлений, эмоций, установок и идеалов, а мотивация, основывающаяся на мотивах, выступает фактором, стимулирующим деятельностную активность, результатом которой является изменение состояний и отношений будущего специалиста-переводчика. Таким образом, формирование ИКК есть внешняя цель, фактор управления процессом учебной деятельности студентов как будущих специалистов-переводчиков, а мотивация на овладение знаниями, умениями, навыками иноязычной деятельности – внутренняя цель. Положительная мотивация лежит в основе саморазвития и помогает снять страх перед общением. Если с позиции мотивации рассматривать иноязычное коммуникативное общение, то среди стандартных групп мотивов (непосредственно-побуждающих, перспективно-побуждающих и интеллектуально-побуждающих) в обучении иноязычной коммуникации более актуальны познавательные интересы и потребности, которые стимулируются интеллектуально-побуждающими мотивами. Наряду с этим значительную роль играют мотивационно-смысловые установки личности на саморазвитие и самосовершенствование, а также уровень развития у студентов самосознания и самопринятия. Объективной основой для развития иноязычной коммуникации будущих специалистов-переводчиков является их направленность на формирование своей «иноязычной» картины мира в совокупности представлений о культуре, социуме, истории и т.д., поэтому обучение иностранному языку в процессе формирования ИКК зависит, прежде всего, от сознательного, мотивированного отношения студентов к лингвокультурной составляющей ИКК. Источником сознательной интеллектуально-побуждающей мотивации можно считать мотивационное осознанное интегративное участие студента в иноязычной учебной деятельности, направленной на формирование его ИКК за определённый период времени, что мы тоже включаем в структуру «объединенной мотивации».

Именно мотивационное осознанное интегративное участие, в котором соединяется и потребность в высоких профессиональных достижениях, и долговременный интерес к иноязычной среде и иноязычному общению, именно такое участие создает динамику самой сознательной активности будущего специалиста в процессе учебной коммуникативной иноязычной деятельности. В процессе формирования мотивационного осознанного интегративного участия студента в деятельность как фактора формирования ИКК целесообразно опираться на смыслообразующую функцию мотивации как таковой. Отсюда главными ориентирами в процессе формирования у студентов – будущих специалистов-переводчиков – «объединенной мотивации» (или мотивационного осознанного интегративного участия) в процессе развития их ИКК в нашей практической педагогической деятельности выступает опора на осознанные потребности студентов в образовательном самоутверждении и самосовершенствовании, в развитии и реализации своих иноязычных коммуникативных способностей посредством удовлетворения интеркультурных мотивов-стимулов иноязычного общения, ориентации на содержание личностно значимой иноязычной учебной деятельности и способы ее выполнения.

В качестве средства формирования «объединенной мотивации» мы рассматриваем мотивационный коммуникативный переводческий мультитематический семинар-тренинг на иностранном языке. Ведущими принципами организации семинара-тренинга являются:

1) принцип мотивирующей силы;

2) принцип баланса благоприятной атмосферы взаимодействия в учебной группе;

3) принцип направленности на применение результатов в реальной учебно-профессиональной деятельности.

В качестве средств реализации первого принципа на занятиях по иностранному языку мы применяем: игровые коммуникативные ролевые упражнения; лингвострановедческое ознакомление студентов с образом и условиями жизни в стране изучаемого языка, этикетом вербального и невербального общения, повседневной культурой и культурой проведения национальных праздников; привлечение студентов к критическому осмыслению культурно-социальных проблем и тенденций в иноязычном обществе страны изучаемого языка и общества в целом; обеспечение эмоционального соприкосновения и интеллектуальной работы с образцами высокой культуры стран изучаемого языка. Реализация второго принципа обеспечивается посредством: создания позитивных диалогических отношений между студентами в группе; организация парного и группового взаимодействия студентов в процессе выполнения различных заданий, предполагающих смену партнеров по диалогу, совместные творческие задания и проекты, как, например, календарные праздники народов изучаемого языка. Средствами реализации третьего принципа выступает метод интеллектуальной и творческой мотивации студентов через привлечение их к творческому применению знаний иноязычной коммуникации на практике; к разработке оптимальных педагогических стратегий в процессе создания авторских педагогических технологий, адаптационных программ и методических систем, в том числе направленных на эффективное овладение иностранным языком. Метод интеллектуальной и творческой мотивации основан на активной рефлексии своих действий, а именно на сознательном стремлении к достижению цели. Сознательная мотивация к изучению языка имеет вес в обучении в целом, а творческая мотивация поддерживает стремление студента в поиске новизны в новых ситуациях иноязычного общения. Глубина осознания студентам многообразных предметных, социокультурных и других контекстов помогает им опознавать неверные «продукты» своего творческого поиска в иноязычной деятельности. Таким образом, можно сделать вывод, что формирование ИКК будущих специалистов-переводчиков детерминируется сознательным отношением студентов к иноязычной коммуникации и определяется их мотивационной включенностью в эту деятельность. Такая осознанная коммуникативная иноязычная деятельность, по мнению М.Н. Татариновой, способствует осознанному участию студентов в собственной профессиональной подготовке, повышает их учебную активность и заинтересованность, что влияет на эффективность формирования ИКК будущих специалистов-переводчиков [8].

Эффективным условием формирования ИКК будущих специалистов-переводчиков, как свидетельствуют результаты нашего исследования, является интерактивное включение студентов в иноязычную коммуникацию на основе гибкого использования технологии обучения иноязычному диалогическому общению. В понимании сути диалогического общения мы опираемся на идеи С.С. Куклиной, которая утверждает,

что диалогическое общение – это равноправное субъект-субъектное взаимодействие, в рамках которого осуществляется как самопознание, так и «взаимопознание» партнеров по общению [4]. Такое общение она называет личностно-ориентированным благодаря тем изменениям, которые происходят при осознании студентом смыслов коммуникации. В нашем исследовании диалогическое общение – это сложный динамический процесс, в котором выстраиваются новые для будущих специалистов-переводчиков коммуникативные ситуации общения. К некоторым трудностям использования диалогического общения относят:

1) разновременность представленных результатов усвоения учебного материала в начале организации диалогического иноязычного общения, что требует дифференциации общения, индивидуализации заданий на разных этапах подготовки в зависимости от коммуникативных позиций в системе диалогового общения;

2) увеличение дополнительного времени на организацию позитивного взаимодействия студентов на начальном этапе;

3) разграничение студентов на пассивно и активно принимающих участие в иноязычной коммуникации.

Однако положительные стороны диалогического общения многочисленны, главное, что в условиях совместной деятельности студентов как будущих специалистов-переводчиков в ситуациях иноязычного общения одновременно решаются две педагогические задачи: с одной стороны, овладение собственно иноязычной компетентностью, с другой стороны, приобретение таких качеств, как толерантность, внимание к собеседнику в рамках профессионального диалога, эмпатия, лингвистическая разносторонность в подборе фраз по тематике общения и т.д. Наряду с прямым эффектом иноязычного обучения возникает широкий спектр воспитательных интеркультурных эффектов. Происходит не только перестройка учебных и профессиональных мотивов в целом, но и появляются побуждения к творческой работе в обучении иностранному языку. Так на начало исследования заинтересованность в иноязычном диалогическом общении показывали 20% студентов, тогда как к концу обучения этот процент возрос в три раза. Организация эффективного обучения иноязычному диалогическому общению обеспечивается опорой на следующие положения:

1. Существование каждого человека самоценно в силу существования у него ценностных регуляторов.

2. Каждый человек в ситуации интеркультурного иноязычного взаимодействия выступает одновременно и объектом и субъектом иноязычного общения, выстраивая его на основе многообразие своего жизненного опыта.

3. Обеспечить такое взаимодействие может направленность на диалог, предполагающая взаимную готовность партнеров по общению к диалогу на основе искренности и открытости в учебной деятельности.

4. Ориентация иноязычного диалогового общения главной профессиональной задачей – раскрытие творческого и духовного потенциала каждого студента как будущего специалиста-переводчика, через самосознание, саморазвитие, удовлетворение его духовных потребностей, понимание им своей уникальности, ответственности и собственного профессионального предназначения.

Практическая подготовка будущего специалиста-переводчика в течение всего периода его обучения в вузе есть важный аспект формирования его ИКК. Практика становится тем видом учебной деятельности, которая направлена на закрепление, конкретизацию результатов теоретического обучения, и, согласно стандарту специальности, мы выделяем необходимая для дальнейшей профессиональной деятельности действия, которые обеспечивают студентам достижение формирования ИКК. Все это обеспечивается путем включения специалистов-переводчиков в специально созданные диалоговые ситуации, упражнения, направленные на развитие:

1) способности безусловного принятия иноязычного партнера по межкультурной коммуникации, анализ прошлых межличностных коммуникативных отношений с представителями стран иной культуры;

2) готовности к эмпатическому пониманию партнера по иноязычному общению через умение слушать чувства в речи собеседника, осознание и вербализация собственных эмоциональных состояний;

3) позитивного иноязычного коммуникативного взаимодействия через коррекцию собственной учебной активности в сторону самоуважения и принятия, усвоения адекватных задачам и профессиональному диалогическому общению методов и приемов иноязычного профессионального диалогического общения: позитивное описание негативных феноменов истории иноязычной культуры; формулирование основных формул вежливости в иноязычном диалоге, просьб, требований; применение приемов активного слушания [5].

Использование технологии обучения иноязычному диалогическому общению, несмотря на значительные усилия преподавателя на начальном этапе обучения иноязычной коммуникативной коммуникации, в последующем дадут толчок росту критического мышления, творческой инициативы, что в конечном счете значительно повысит эффективность овладения иностранным языком. В результате у будущих специалистов-переводчиков развивается и повышается уровень критического мышления, творческой инициативы, что положительно отражается на эффективности овладения ими иностранным языком. Использовались следующие методики для обработки диагностики исследований экспериментальных данных: тесты У. Ламберта, В.И. Андреева, Р. Гарднера, Т. Адорно, А. Кыверялга [7]. При проверке комплексного воздействия условий на формирование ИКК будущих специалистов-переводчиков, на начало исследования показатели экспериментальной группы (24%) и контрольной группы (20%) были почти на одном уровне, а к концу исследования показатели экспериментальной группы (79%) стали значительно отличаться от контрольной группы (48%). Важным аспектом формирования ИКК будущих специалистов-переводчиков является их практическая подготовка в течение всего периода обучения в вузе, а производственная практика является видом учебно-практической деятельности, при которой будущий специалист настроен на закрепление, конкретизацию результатов теории обучения, формирование ИКК, необходимых для дельнейшей профессиональной переводческой деятельности. Такой подход к формированию ИКК будущих специалистов-переводчиков отражает и обеспечивает их соответствие требованиям федерального стандарта и работодателей, а также позволяет гарантированно сформировать ИКК у 50% будущих специалистов-переводчиков на высоком уровне, у 40% на среднем уровне, но дают основания полагать, что они будут в дальнейшем развивать самостоятельно свою ИКК до высшего уровня в профессиональной деятельности, и 10% будущих специалистов-переводчиков на низком уровне, что обусловлено их личностными способностями, и у них есть потенциал в будущем дальнейшей доработки сформированности своего ИКК до оптимального уровня на практике. Эффективность процесса формирования иноязычной коммуникативной компетентности будущих специалистов-переводчиков, которая повышается согласно данным нашего эксперимента, если обучение иностранному языку и практика выстраиваются при интегративном использовании вышеуказанных условий его реализации.

**Список литературы**

1. Андреев В.И. Педагогика: учебный курс для творческого саморазвития. – 3-е изд. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012. – 608 с.

2. Зимняя И.А. Компетенция и компетентность в контексте компетентностного подхода // Иностранные языки в школе. – 2012. – № 6. – С. 2–10.

3. Киктева К.С. Межкультурная коммуникативная компетенция как цель иноязычной подготовки будущих юристов в вузе // Вестник Московского университета. Сер.19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2009. – № 3. – С. 189.

4. Куклина С.С. Использование личностно-ориентированных технологий на уроках иностранного языка в общеобразовательной школе // Иностранные языки в школе. – 2011. – № 3. – С. 6–12.

5. Мельникова Е.П. Формирование иноязычной коммуникативной компетентности у будущих учителей иностранного языка на основе социокультурного подхода / Магнитогорский гос. ун-т; под ред. автора. – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – 164 с.

6. Никольская Г.К. Развитие глобального рынка образовательных услуг и участие России в этом процессе // Труд за рубежом. – 2007. – № 2. – С. 65.

7. Об утверждении ФГОС ВО по направлению подготовки 45.05.01 Перевод и переводоведение (уровень специалитета) [Электронный ресурс Интернет]: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 1290 от 17 октября 2016 г. – Режим доступа: http://www.lunn.ru/sites/default/files/media/sveden/obr-standarts/45.05.01__lingvistika__prikaz_minobrnauki_no_1290_ot_17.10.2016.pdf.

8. Татаринова М.Н. Эмоционально-ценностный компонент языкового образования // Совершенствование преподавания иностранных языков в школе и в вузе: сборник научн.-метод. тр. – Вып. 15. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2011. – С. 107.

9. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. образования; под ред. В.В. Козлова, А.М. Кондакова. – 4-е изд., дораб. – М.: Просвещение, 2011. – С. 290.

10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 45.05.01 «Перевод и переводоведение» (уровень специалитета), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. № 1290 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http//fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvospec/450501.pdf.

11. Чуркин К.К вопросу о модернизации системы педагогического образования // Высшее образование в России. – М., 2008. – Вып. 6. – С. 83–90.

УДК 37.037:796.01(07)

# СТИЛЬ ТРЕНЕРА В УСПЕШНОЙ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**[1]Николаева О.О., [2]Марков К.К.**

*[1]Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;*
*[2]Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, e-mail: k_markov@mail.ru*

В статье рассмотрены особенности формирования спортивным тренером комплекса наиболее ситуационно эффективных стилей общения со своими спортсменами. Представлены характеристики основных стилей его деятельности: авторитарный, демократический и либеральный – применительно к специфике соревновательного, тренировочного и переходного периодов спортивной подготовки. Их умелое сочетание в зависимости от ситуационной специфики позволяет тренеру обеспечить эффективное решение тренировочных, соревновательных и восстановительных задач на больших этапах спортивной подготовки. Изложены практические средства мотивации спортсменов индивидуальными педагогическими средствами тренировки и использованием типологических характеристик их личности, определяющих эффективность стиля и успешность тренерской деятельности в целом: направленность личности, особенности информационных процессов, специфику принятия поведенческих решений и способ ориентирования в жизни. Установлено, что каждый психологический тип имеет свой индивидуально предпочтительный стиль обучения, знание которого способствует более быстрому и эффективному обучению спортсменов.

**Ключевые слова: тренерская деятельность, эффективный стиль, мотивация, типология личности**

# STYLE COACH INTO A SUCCESSFUL SPORTS ACTIVITIES

**[1]Nikolaeva O.O., [2]Markov K.K.**

*[1]Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: nikolaeva-ok@mail.ru;*
*[2]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: k_markov@mail.ru*

The article describes the peculiarities of sports coach formation the most complex situation of effective communication styles with their athletes. Presents the characteristics of the basic styles of its activities: authoritarian, democratic and liberal with regard to the specificities of competition, training and transitional periods of athletic training. Their skilful combination depending on the situational specificity allows the coach to provide an effective solution to training, competition and recovery task on large stages, athletic training. Set out practical ways of motivating athletes individual pedagogical training tools and using the typological features of their identity, determining the effectiveness of style and success coaching activities in general direction of personality, particularly processes information, specifics of adoption of behavioural decisions and way of orientation in life. Found that each psychological type has its own individually preferred deffective learning style.

**Keywords: coaching activities, effective style, motivation, personality typology**

Большое значение в развитии тренером философии успешной деятельности в спорте имеет его стиль работы, определяющий, как он решает задачи технической и тактической подготовки спортсменов, его педагогические способы и навыки в организации тренировочного и соревновательного процесса, какие методы использует для поддержания дисциплины спортсменов, а также какую роль он отводит спортсменам в принятии решений. Социально-психологические аспекты деятельности тренера фокусируются на стиле управления спортсменами, на устойчивой системе методов и средств, приемов общения со спортсменами [2].

## Выбор тренером стиля деятельности

Довольно значительное число исследователей и тренеров-практиков выделяют три основных стиля: авторитарный, демократический и либеральный [1; 2; 5–8; 11; 14; 15].

*Авторитарный (командный) стиль* предполагает, что все решения в тренировке спортсмена или команды принимает тренер, а спортсмену отводится роль исполнителя его команд. Основу для этого подхода составляет предположение, что у тренера есть знания и опыт, и в этом состоит роль тренера, чтобы указать спортсмену, что надо делать. Роль спортсмена – выслушать, понять и, подчинившись, выполнить. В ряде работ [4–7] отмечается, что члены группы, руководимой авторитарно, проявляют, как правило, агрессивность или апатию. Доминирование педагога зачастую подавляет интерес к процессу обучения, творчеству и развитию самостоятельности, делает подопечных педагога апатичными. Наряду с рядом недостатков авторитарного стиля, в определенных ситуациях отмечается его целесообразность (при наличии в команде агрессивных спортсменов, отсутствии дисциплины, в экстремальных ситуациях, требующих предельного напряжения сил спортсмена и команды).

*Демократический (совместный) стиль* оценивается более высоко, чем авторитарный, однако здесь делается ряд оговорок [4–7]. Так, говоря о безусловном преимуществе демократической модели управления, стимулирующей активность и самостоятельность членов группы, отмечается, что к ней необходимо стремиться во всех случаях, когда это позволяет состав группы и благоприятное стечение обстоятельств. Высказываются мнения о предпочтительности для спортсменов высокой квалификации демократического стиля управления, причем, по мнению спортсменов, с ростом организованности, сплоченности коллектива демократичность должна увеличиваться в гораздо большей степени, чем считают тренеры. Управление командой должно быть демократичным, воспитывающим в спортсмене взаимное доверие, веру в общее дело, и это создает в команде дух сотрудничества и братства.

В работе [15, с. 29] отмечается, что тренеры, которые выбирают демократичное принятие решений совместно с их спортсменами, наряду с признанием своей обязанности обеспечить лидерство и вести молодых людей к достижению сформулированных целей, понимают, что они не смогут стать ответственными взрослыми, не учась принимать решения. Совместный стиль обеспечивает нужный баланс между мотивацией спортсменов и непосредственно разрешением действовать. Тренеры, принимающие демократический стиль, сосредотачиваются на обучении, которое включает не только техническую и тактическую подготовку, но также и формирование навыков, необходимых им в будущей жизни после спорта.

*Либеральный (соглашательский) стиль* предполагает минимальное вмешательство тренера во внутреннюю жизнь спортсмена или команды, когда он принимает насколько возможно меньшее количество решений и различных указаний. Он выдает небольшие, как правило, довольно общие инструкции, обеспечивает минимальное руководство в организации действий и решает проблемы дисциплины, только когда это абсолютно необходимо. В ряде работ [6; 7] предполагается, что либеральный стиль неприемлем в спорте и возможен в сфере физической культуры. Ряд тренеров принимают этот стиль, потому что они [15, с. 29] испытывают недостаток в компетентности и уверенности для обеспечения руководства, не хотят или не могут посвятить необходимое время и усилия, чтобы должным образом подготовиться, или просто полагают, что этот стиль тренировки является лучшим для их спортсменов.

**Критерии эффективности при выборе стиля деятельности тренера**

Представленный выше обзор мнений позволяет сделать вывод, во-первых, о достаточно разнообразных возможных стилевых проявлениях деятельности тренера в описанных вариантах, так сказать, в «чистом виде». Во-вторых, в подавляющем числе различных работ весьма слабо прослеживаются возможные критерии их эффективности и в абсолютном и в сравнительном виде. Исходя из весьма широкого диапазона ситуаций, возникающих в совместной спортивной тренировочно-соревновательной деятельности тренера и его спортсменов, представляется целесообразным попытаться сопоставить, хотя бы укрупненно, наиболее типичные реальные ситуации и возможные соображения по оптимизации стиля деятельности тренера.

Исходя из специфики спортивной деятельности целесообразно весь ситуативный спектр разделить на три блока: соревнования, тренировочный процесс и промежуточная относительно самостоятельная жизнь спортсменов в рамках крупных годичных и многолетних циклов подготовки. Каждый из этих блоков принципиально отличен целями, содержанием, физической, психологической и социальной напряженностью. Полагаем, что достаточная очевидность данного тезиса освобождает авторов от необходимости что-либо комментировать и доказывать. Отсюда вытекают следующие соображения относительно ситуационных критериев в выборе нужного стиля, который не может быть одинаково эффективным в достаточно широком диапазоне различных ситуаций. Стиль деятельности спортивного тренера (как в «чистом виде», так и при их смешении) должен быть максимально адаптивен требованиям ситуации.

*Соревновательный блок* деятельности спортсменов и команды фигурально представляет «бой», в котором тренер-командир первым «встает из окопов» и ведет за собой спортсменов. В наибольшей степени эта характеристика относится к видам спорта, в которых согласно

правилам и регламенту возможен достаточно плотный контакт тренера и спортсменов во время спортивного поединка, в большинстве ситуаций весьма напряженных и кратковременных. Совершенно естественно, что в таких условиях единственно возможным и эффективным в достижении спортивных целей является авторитарный, командный стиль без всяких исключений. Но реальная соревновательная ситуация заканчивается победой или поражением, и сразу начинается второй блок с совершенно другими задачами и содержанием: физическое и психическое восстановление, осмысление произошедшего и начало подготовки к следующему «бою». Здесь авторитарный стиль заканчивает свое существование, он более не нужен и даже вреден.

*Тренировочный блок* в деятельности тренера является наиболее объемным и обширным, успешная тренировочная работа на протяжении годичного или многолетнего циклов подготовки – это фундамент будущих спортивных успехов. Он по сравнению с соревновательным имеет одно очень важное отличие – время, доступное тренеру и спортсмену для вдумчивой и творческой совместной работы. Главная его цель в рамках рассматриваемой тренерской философии – не конечный результат, а движение к нему. Именно в тренировочной работе максимально реализуются перспективные задумки тренера и спортсмена в совместной успешной деятельности, варьируя средства и методы подготовки в максимально гуманистическом и демократическом непрерывном общении. Основными преимуществами демократического стиля являются стимулирование творчества, самостоятельности, благоприятных межличностных отношений. Это оказывает позитивное влияние на психологический климат спортивной команды и обеспечивает самый высокий уровень ее сплоченности команды.

Вместе с тем специфика тренерской деятельности требует тех или иных проявлений командного стиля [3; 6; 7; 11] и в тренировочном процессе. В рутинной тяжелой физической работе, зачастую на пределе человеческих возможностей, на фоне недовосстановления активное участие тренера в психологической поддержке и эмоциональном сопровождении особенно в пиковых моментах нагрузки помогает спортсмену успешно преодолеть их. Важно также, что при хороших межличностных отношениях между тренером и спортсменами обе стороны воспринимают эти зачастую весьма резкие и иногда обидные замечания как необходимый элемент «игры», укрепляющий их взаимопонимание и соревновательный дух.

*Промежуточный самостоятельный блок.* Кроме рассмотренных выше двух важнейших периодов в спортивной деятельности в любом виде спорта, при любом уровне подготовки и сложности решаемых соревновательных задач неизбежны ее перерывы, снижение физических и психологических нагрузок, самостоятельная жизнь спортсмена вне спорта. Эти периоды могут быть весьма краткими (2–3 часа, выходной день в недельном микроцикле, недельный отдых) и достаточно продолжительными (месячный отпуск в переходном периоде). Нужны ли спортсмену в этих ситуациях какие-либо руководящие указания даже вполне демократического характера (не говоря уже об авторитарных)? При особенно длительных и напряженных периодах спортивной деятельности тренер и спортсмены находятся в непрерывном контакте (особенно на учебно-тренировочных сборах практически круглосуточно) и почеловечески просто устают друг от друга. Единственным здравым в таких ситуациях, полезным, а иногда просто необходимым является либеральный стиль общения тренера со своими подопечными, который позволяет обеим сторонам немного отдохнуть друг от друга и переключиться на свои личные дела. Минимальное число указаний, их позитивный и доброжелательный тон, в легкой форме пожелания – исчерпывающий перечень возможных и полезных действий тренера.

Таким образом, достаточно подробный анализ внешних ситуаций, неизбежно возникающих в спортивной деятельности тренера, ставит его перед реальной необходимостью в каждом конкретном случае уметь выбирать стиль своей работы, который был бы максимально эффективен именно в данной ситуации. Из этого утверждения складывается концепция смешанного, ситуационно эффективного стиля управления. В ряде работ [4–7; 14] также обращаются к концепции ситуативного руководства, согласно которой каждый тип лидерского поведения эффективен в одних ситуациях и неэффективен в других, причем все вышеперечисленные их виды рассматривается только как различные, но взаимно не исключающие типы лидерства. Основным при этом

является то, что успешный тренер – это человек, способный играть несколько ролей в зависимости от конкретной ситуации и различий в характерах спортсменов. Такой тренер действует в зависимости от требований ситуации в одной из нескольких точек своеобразного континуума (авторитарность – демократичность – либеральность), при этом субъекты с высокой потребностью управлять другими, доминировать как бы «застревают» в одной точке шкалы и тем самым снижают эффективность своего воздействия на людей.

Сформулированное положение весьма близко к сущности ситуативного подхода в руководстве организационным поведением людей, наиболее популярного в современных социально-психологических воззрениях науки управления [11; 14]. В данном подходе формулируется понятие «стилевой гибкости» (противоположное «стилевой ригидности») как меры протяженности, в которой руководитель изменяет стиль адекватно изменению ситуации.

**Индивидуальный педагогический стиль и мотивация спортсменов**

Индивидуальный подход к спортсмену во всех разделах учебно-тренировочной работы, в соревновательном процессе, а также в его жизни за пределами спорта возможен только при условии глубокого знания и понимания тренером всех причин, по которым его ученик занимается этим видом деятельности. Участие в спорте возможно по следующим причинам [8]: потребность в достижении, овладении новыми навыками и достижении победы; потребность в общении, в позитивных, дружеских отношениях; желание успеха, признания и славы; желание самоуправления, контроля и ответственности.

*Спортсменам, мотивированным на результат,* для улучшения участия в спортивной программе необходимо повышать их мотивацию, обеспечивая, прежде всего, индивидуальную подготовку и совершенствование, устанавливая им реалистичные цели, основанные на прошлых достижениях. Это позволяет спортсменам видеть свой прогресс и стремиться к совершенствованию. Тренер для создания у спортсмена уверенности в достижении этих целей отмечает все шаги их совершенствования, сохраняет записи этих достижений, планирует соревнования с подходящими соперниками и регулярно обсуждает их прогресс [6; 7; 12; 13].

*Спортсмены, мотивированные на участие,* в спорте часто хотят быть частью группы и это чувство принадлежности к ней является сильным мотивом для участия в спорте. Работая с группой, развлекаясь и отдыхая вместе, они ощущают свою причастность к ней и ее помощь, как дополнительную мотивацию к продуктивному взаимодействию. Для подкрепления этих мотивов тренер может: сделать взаимодействия в парах и группах спортсменов частью каждой тренировки; обеспечить возможности для социального общения спортсменов после каждой тренировки и соревнования, давая им возможность обсудить в свободной обстановке все вопросы ее жизни; поощрять взаимопомощь спортсменов и общие решения житейских проблем.

*Спортсменов, мотивированных на успех и славу,* возбуждают поездки по достопримечательным местам, чувство спортивного класса, рейтинга, желание жить активной жизнью, волнения спортивной борьбы. Для выполнения этих потребностей спортсменов тренер может: проводить тренировки в достопримечательных местах, в хорошим климате и на красивой природе; регулярно прерывать монотонную работу и варьировать тренировки, меняя обычную практику и давая спортсменам новые упражнения с близкими к соревнованиям интересными стимулами; беседовать со спортсменами об их ощущениях и мыслях в ходе тренировок.

*Спортсменам, мотивированным на самоуправление и контроль,* спорт дает возможность принимать свои решения относительно их действий, что помогает тренеру мотивировать их самоуправление, давая возможность самим планировать тренировку, виды движений и технических приемов, оценивать свой личный прогресс. Для этого тренеру полезно: создавать для спортсменов ситуации руководства и лидерства, руководить разминкой и упражнениями, действуя как тренер; давать спортсменам возможность в тренировках и соревнованиях принимать собственные решения о выбираемой стратегии и тактике, в том числе в критические, решающие моменты спортивного поединка, помогая им учиться и получать радость от соревнований, что поощряет их развитие в заданном направлении.

**Стиль обучения и типология личности спортсмена**

Задачей эффективного тренировочного процесса является его индивидуализация согласно специфике личности спортсмена,

типу его высшей нервной деятельности, характеру и темпераменту, особенно в командных видах спорта, где соревновательный успех во многом определяется умением тренера в рамках общекомандного тренировочного процесса и построения командной игры найти средства, методы и возможности для работы со спортсменами. В работах [6–10] рассмотрены общие вопросы индивидуальных различий, их основы и влияние на специфику его интеллектуальной, психической, мотивационной и двигательной деятельности.

*Типология личности в спорте* позволяет учесть природную предрасположенность спортсмена, используя в интересах его и команды: направленность личности, особенности информационных процессов, специфику принятия поведенческих решений и способ ориентирования в жизни. Каждый психологический тип имеет свой индивидуально предпочтительный стиль обучения, знание которого помогает тренеру понять личностные интересы и мотивационные ценности игроков, способствуя их более быстрому обучению. Успех или неудача в обучении во многом зависит от того, насколько его стиль соответствует типологии личности учащегося: собирает ли он информацию конкретно (сенсорный ***S***-тип) или концептуально, образно (интуитивный ***N***-тип), ориентируется ли он в жизни на основе оценки (***J***-тип) или на основе чувств (***P***-тип), принимает ли он решения аналитически, на основе логики (***T***-тип) или наглядно-образно на основе ощущений и эмоций (***F***-тип) [6; 7].

*Обучение спортсменов **SJ**-типа* строится на их стремлении действовать в традиционных, привычных условиях, когда они хорошо себя чувствуют в тренировочном зале, в дружеской обстановке, способствующей сотрудничеству, последовательной и напряженной работе. Спортсмены ***SJ***-типа проявляют практичные и эффективные навыки обучения, когда характеристики обучающей среды совпадают с их внутренними, естественными особенностями и мотивами, в тренировочном процессе они послушны и охотно выполняют требования тренера.

*Обучение спортсменов **SP**-типа* основывается на их любви к свободе и активному двигательному образу жизни, хорошем сосредоточении на текущей ситуации, стремясь к спортивной борьбе. В этих действиях они могут время от времени переступать границы разумного и приемлемого поведения, принятого другими лицами. В обычной или вынужденно ограниченной ситуации им скучно, и они действуют против тех, кто ограничивает их свободу. Спортсмены ***SP***-типа не любят отдыхать, пока они не удовлетворили свои потребности в движении, они хотят свободы действовать спонтанно, без ограничений, лучше обучаясь через опыт.

*Обучение спортсменов **NT**-типа,* предрасположенных к приобретению знаний и компетентности, нацеливается на достижение мастерства и управление окружающей их средой, они активны в решении сложных проблем. Интеллектуальная деятельность занимает их ум и определяет действия, как правило, увлекая новыми идеями и повышая творческий потенциал. Такие спортсмены эффективны на тренировках и в соревнованиях, стремясь быть компетентными в знании, понимании, объяснении, предсказании и управлении реальностью.

*Обучение спортсменов **NF**-типа,* предрасположенных к самоактуализации, строится на их сосредоточении на личных и субъективных сторонах жизни, отношениях с самим собой и окружающими, наиболее значимыми для них. Они реализуют свой человеческий потенциал через взаимоотношения с другими людьми, стремясь к идеальным отношениям и совершенным межличностным навыкам и реализуя свой потенциал обучения, взаимодействуя в гармоничных личных отношениях с партнерами и тренерами.

## Заключение

Специфика содержания успешной деятельности в спорте требует от тренера знаний и способностей в ситуативном использовании стиля работы со спортсменами.

Максимально эффективные в тренировочном, соревновательном процессах и в блоках свободных взаимоотношений с ними в переходных периодах стили тренера, разумное сочетание авторитарного, демократического и либерального стилей общения и свободное владение ими позволяет ему значительно повысить эффективность своей педагогической и организационной деятельности, добиться высоких спортивных результатов.

Мотивация спортсмена может быть значительно повышена путем гибкого разнообразия в стиле тренировочной работы с помощью индивидуальных педагогических

приемов, специфических для личности каждого спортсмена и вида спорта.

Значительным резервом тренера в повышении эффективности его тренерской деятельности является возможность индивидуализации спортивной подготовки и стиля его работы, в первую очередь в соответствии с типологией личности отдельного спортсмена. Это требует от тренера более глубокого изучения и использования их типологических характеристик.

### Список литературы

1. Гомельский А.Я. Библия баскетбола. – М.: Эксмо-Пресс, 2016. – 256 с.

2. Деркач А.А. Психология профессиональной деятельности. – М.: Рос. акад. гос. службы, 2010. – 340 с.

3. Кретти Б. Психология в современном спорте. – М.: ФиС, 1978. – 224 с.

4. Ленк Х. Социальная философия действий, нацеленных на достижение успеха. Гуманистический принцип успеха на производстве и спорте. – М.: Педагогика, 1979. – 526 с.

5. Майнберг Э. Основные проблемы педагогики спорта. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 318 с.

6. Марков К.К. Педагогические и психологиччеcкие аспекты деятельности тренера по волейболу в тренировочном и соревновательном процессах: автореф. дис. … д-ра пед. наук. – М.: РГУФК, 2001. – 49 с.

7. Марков К.К. Тренер – педагог и психолог: монография. – Красноярск, 2013. – 325 с.

8. Марков К.К., Николаева О.О. Оценка психомоторных характеристик двигательной деятельности юных спортсменов в прыжках в высоту и повышение эффективности их тренировочного процесса // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–11. – С. 2473–2477.

9. Марков К.К., Николаева О.О. Экспериментальные исследования совершенствования психомоторных качеств игроков в современном волейболе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14476.

10. Марков К.К., Пашкова Н.В. Проблемы совершенствования методики двигательного обучения в волейболе // Подготовка специалистов по физической культуре и спорту в современных условиях: сборник материалов региональной научно-практической конференции, посвященной 50-летию ФФКиС. – 2007. – С. 113–116.

11. Мерлин В.С. Психология индивидуальности / под ред. Е.А. Климова. – Воронеж: Модэк, 2009. – 543 с.

12. Coaches Manual. Level 4. CVA. – Canada, 2013.

13. Coaches Manual. Level I. Lausanne. – FIVB, 2011.

14. Fiedler F. Theory of leadership effectiveness. – New York, Toronto, London, Sydney: McGraw-Hill Book Company, 1967. – 310 p.

15. Martens R. Successful coaching – 4th ed. – Human Kinetics, 2012.

УДК 379.835

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЕТСКОГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЛАГЕРЯ КАК СРЕДСТВО СОЦИАЛИЗАЦИИ ВОСПИТАННИКОВ

**Пак Л.Г., Харитонова Е.В.**

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург, e-mail: kaf-socped@yandex.ru*

В статье определены особенности актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в целях социализации детей и подростков. Обоснована авторская позиция в определении совокупности ресурсов и возможностей лагеря, которые могут быть приведены в действие, в рамках педагогически целесообразных педагогических действий коллектива взрослых, и использованы для достижения оптимальной социализации воспитанников. Охарактеризована основная идея актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря – создание специального социализирующего пространства жизнедеятельности воспитанников (в интеграции оздоровительной, воспитательной и образовательной составляющих среды лагеря) на основе идеологии жизнеспособности воспитанников (идеологии ценностной, социальной и биологической жизнеспособности) при оптимальном использовании ресурсов (ресурсов социокультурного окружения, содержательных ресурсов и личностных ресурсов) для оптимального физического, психического и духовного оздоровления детей и подростков, понижения рисков их личностно-средового взаимодействия с социумом.

**Ключевые слова: социализация, воспитанники, детский оздоровительный лагерь, образовательно-воспитательный потенциал лагеря, ресурсы лагеря, жизнеспособность личности**

# EDUCATIONAL AND EDUCATIONAL CAPACITY OF CHILDREN'S RECREATION CAMP AS MEANS OF SOCIALIZATION OF PUPILS

**Pak L.G., Kharitonova E.V.**

*Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, e-mail: kaf-socped@yandex.ru*

In article features of updating of educational and educational capacity of children's recreation camp for socialization of children and teenagers are defined. The author's position in definition of set of resources and opportunities of the camp which can be put in action, within pedagogically expedient pedagogical actions of group of adults is proved, and are used for achievement of optimum socialization of pupils. The main idea of updating of educational and educational capacity of children's recreation camp – creation of the special socializing space of activity of pupils (in integration of improving, educational and educational components of the environment of the camp) on the basis of ideology of viability of pupils (ideology of valuable, social and biological viability) is characterized at optimum use of resources (resources of a sociocultural environment, substantial resources and personal resources) for optimum physical, mental and spiritual improvement of children and teenagers, decrease in risks of their personal and environmental interaction with society.

**Keywords: socialization, pupils, children's recreation camp, educational and educational capacity of the camp, resources of the camp, viability of the personality**

Концептуальное обоснование темы исследования исходит из оценки социокультурного феномена осуществления процесса социализации воспитанников в детском оздоровительном лагере в принципиально новых условиях становления основных сфер современного российского общества, определяющих изменение функционала основных социальных институтов (семьи, образования и культуры, политики, экономики, религии). Это обусловливает переориентацию традиционных ценностей, трансформацию определенных норм, установок социума, системы духовных отношений, социальных ориентиров, существенно влияющих на социализацию детей и подростков, их возможность оптимально интегрироваться в разнообразные сферы социальной практики, выстраивать продуктивные социальные отношения и взаимодействия, быть открытыми для инноваций, социально активными и социально мобильными. От того, насколько социализированы молодые люди, какие ценности будут сформированы у подрастающего поколения сегодня, зависит развитие общества и в настоящем, и в будущем.

В этой связи актуализируется значимость общественных институтов, направленных на создание условий для оптимальной социализации личности, среди которых важное место занимает детский оздоровительный лагерь как особый социальный институт детства, эффективность которого все больше оценивается с позиций не только рекреации и восстановления физических и духовных сил, но также в контексте педагогического управления развитием личности воспитанников в ходе социализации в разновозрастном взаимодействующем

коллективе. В инструктивном письме Минобрнауки России от 14.04.2011 г. № МД-463/06 «Методические рекомендации по совершенствованию воспитательной и образовательной работы в детских оздоровительных лагерях, по организации досуга детей» отмечено, что в детском оздоровительном лагере на первый план выходит развитие основных базовых свойств личности, способных обеспечить адаптацию подрастающего поколения к современным условиям жизнедеятельности и оказывающих непосредственное влияние на формирование мировоззрения личности.

Необходимо отметить, что детский оздоровительный лагерь становится инструментом формирования ценностных ориентаций, мировоззренческой позиции подрастающего поколения в контексте его особого образовательно-воспитательного потенциала, отражающего «уникальную возможность обогащения позитивного социокультурного опыта воспитанников в процессе интеграции их в новое социокультурное окружение, систему отношений со сверстниками и взрослыми, вовлечения в разнообразные виды развивающей деятельности, а также в силу дистанцирования от традиционного, не всегда особо благоприятного окружения, что создает особые возможности для формирования их качественно новых социально значимых и социально одобряемых личностных качеств» [6, с. 15].

Исследование образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в целях социализации воспитанников требует осмысления характеристик детей и подростков как первого поколения, которое проходит путь социализации в новой России. Общественные ценности и социальные практики подрастающего поколения сложились в принципиально обновленных условиях становления демократического государства, гражданского общества и рыночной экономики, формирование которых сопровождалось определенными социальными издержками, рисками социализации (О.А. Рожнов). И данное поколение, как подчеркивается исследователями, является одновременно как золотым поколением (которому свойственны нацеленность на самореализацию, достижение успешности в разнообразных сферах социума, определенная рискогенность в рамках ответственного действования, восприимчивость к инновациям и т.д.), так и потерянным (характеризующимся раздутыми, гипертрофированными потребностями в материальной сфере при отсутствии духовных ценностей и культуры потребления; подменой дружеских и товарищеских отношений отношениями купли-продажи и «дикого» рынка в молодежной среде; ценностно-нормативной дезориентацией в рамках приоритетности американской культуры с культом жестокости, насилия, порнографии; нравственной «раскованностью» вплоть до распущенности и разнузданности, ранними браками и деторождением, разжиганием сексуальных страстей; различными формами социальных девиаций, употреблением психотропных веществ, совершением противоправных действий; повальным увлечением азартными играми часто безнравственного содержания; уходом в виртуальную сферу посредством нарастания информационных потоков интернета, где тиражируются штампованные псевдоценности, которые оказывают социокультурные, идеологические влияния на формирование отклоняющейся личности, и т.д.) [5].

Вышеизложенное обуславливает нарушение позитивной социализации детей и подростков, приводящей к выталкиванию субъектов современной действительности за пределы «нормального» общества, характеризующейся понятием социального исключения, дефектами социализации, для которых характерно: нарушение коммуникации в системе отношений «личность – взрослый», «личность – сверстники», «личность – социальные институты»; поведение личности, отклоняющееся от социальных норм и требований; расширение неофициальных позиций, связанных с участием в неформальных объединениях (не всегда позитивного содержания деятельности); онтологическая неуверенность; хроническая неуспешность; социальный инфантилизм; деформация чувства собственного достоинства; потребительская психология; несформированность эмпатии, ослабление чувства стыда, равнодушное отношение к переживаниям других; личностная тревожность; агрессивность; личностная аномия, т.е. ценностная дезинтеграция сознания, отказ от конструктивных форм самоутверждения личности в обществе [8].

В этой связи в детском оздоровительном лагере особо значимым выступает поиск способов актуализации его образовательно-воспитательного потенциала для уменьшения, локализации, редукции (понижения интенсивности) рисков личностно-средового взаимодействия детей и подростков с социумом в контексте целенаправленно организованного педагогического обеспечения их оптимальной социализации.

Образовательно-воспитательный потенциал детского оздоровительного лагеря рассматривается нами как совокупность ресурсов и возможностей лагеря, которые могут быть приведены в действие, в рамках педагогически целесообразных педагогических действий коллектива взрослых, и использованы для достижения оптимальной социализации воспитанников. Образовательно-воспитательный потенциал детского оздоровительного лагеря интегрирует:

– ресурсы социокультурного окружения (духовно-нравственная атмосфера, организационная идеология детского оздоровительного лагеря, стиль руководства и взаимодействия, природные условия, быт, архитектурно-планировочные особенности помещений, организация предметно-пространственной среды, режим, традиции и ритуалы) [2; 4];

– содержательные ресурсы (спектр дополнительных образовательных услуг технической, естественнонаучной, физкультурно-спортивной, социально-педагогической, художественной, туристско-краеведческой направленности; вариативность и разнообразие видов деятельности (культурно-досуговой, спортивно-оздоровительной, исследовательской, игровой, интеллектуальной, трудовой и т.д.), ее форм (инициативные проектные группы, образовательные путешествия, деловые игры, интерактив, фестивали, праздники, творческие конкурсы, тренинги лидерства, дискуссии, краеведческие викторины, дебаты, интеллектуальный марафон, социальные и творческие мастерские, штаб детских инициатив, конкурсы-смотры и т.д.) и методов (беседы, лекции, метод примера, практико-ориентированные воспитывающие ситуации и т.д.); выбор сфер общения и отношений [10];

– личностные ресурсы (позиция воспитанника, уровень профессионализма кадрового состава, ролевой функционал педагога, социально значимые качества личности, индивидуальные личностные свойства, потребности субъектов лагерного взаимодействия).

Актуализация образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в целях социализации воспитанников – это осознанная педагогическим коллективом необходимость в краткосрочных условиях организовать жизнедеятельность детей так, чтобы максимально использовать имеющиеся ресурсы (ресурсы социокультурного окружения, содержательные ресурсы и личностные ресурсы) для физического и психического оздоровления, познания воспитанником самого себя, открытия себя и окружающих реалий, самореализации, самообновления. В этом случае образовательно-воспитательную систему детского оздоровительного лагеря можно рассматривать как: педагогическую систему, включающую основные элементы целенаправленного воспитания, развития и саморазвития детей и подростков; особую социально-природную, культурно-историческую среду жизнедеятельности временного коллектива взрослых и детей; механизм организации пространства здорового образа жизни, физического, психического, духовно-нравственного, естественного оздоровления воспитанника посредством активного отдыха; открытую систему, позволяющую целенаправленно с пользой для каждого субъекта лагерного взаимодействия включать его в реалии окружающего мира, живое общение с природой, обеспечивающее приобретение нового жизненного опыта (Инструктивное письмо Минобрнауки России от 14.04.2011 г. № МД-463/06 «Методические рекомендации по совершенствованию воспитательной и образовательной работы в детских оздоровительных лагерях, по организации досуга детей»); социализирующую систему, обеспечивающую перевод воспитанников в позицию субъектов познания, общения и деятельности, инициирующую их активное отношение к окружающему миру, нацеленную на освоение социума, формирование умений построения конструктивных социальных отношений, накопления способов познания и преобразования социума, развития и совершенствования личностных качеств индивида.

Принципиально значимая идея актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря как института социализации детства — это создание специального социализирующего пространства жизнедеятельности воспитанников (в интеграции оздоровительной, воспитательной и образовательной составляющих среды лагеря) на основе идеологии жизнеспособности, отражающей: с одной стороны, развитие социальной субъектности детей и подростков, которая определяется как способность к продуктивной интеграции в социум воспитанников нового поколения, умеющих познавать, активно действовать, продуктивно выстраивать отношения с другими, характеризующихся наличием развитого механизма самоорганизации и саморегуляции, умением выстраивать позитивные жизненные траектории, стремлением к самосовершенствованию и саморазвитию; с другой, устойчивость

воспитанников к воздействию разрушительных внешних и внутренних факторов рискогенного социума в рамках «относительного иммунитета детей и подростков к стрессовым событиям и ситуациям (эмоциональной устойчивости, включающей способность воспитанников успешно осуществлять сложную ответственную деятельность в напряженной эмоциональной обстановке без существенного отрицательного влияния последней на здоровье и дальнейшую работоспособность; нравственной устойчивости личности, определяемой как способность субъекта регулировать свое поведение, исходя их принятых и усвоенных им социокультурных нравственных норм и принципов; нервно-психической устойчивости как способности детей и подростков посредством саморегуляции и самоуправления противостоять отрицательным и экстремальным факторам внешней среды без снижения продуктивности деятельности и без ущерба для здоровья) [3].

Идеология жизнеспособности воспитанников детского оздоровительного лагеря базируется на триединстве идеологии ценностной, социальной и биологической жизнеспособности (П.И. Бабочкин [1]). В ценностной сфере идеологии жизнеспособность воспитанников определяется наличием в сознании сформированных общезначимых ценностей, нормативов, установок социума в рамках осуществления различного социально-ролевого функционала будущего гражданина, общественного деятеля, патриота, активиста. В социальной сфере жизнеспособность воспитанников проявляется посредством развитых умений установления продуктивных отношений с другими и нахождения способов самореализации в разнообразных сферах социальной практики, в соответствии со своими устремлениями, потребностями, способностями. В сфере биологической жизнеспособности идеология отражается в рамках становления физически здорового поколения молодых людей в условиях детского оздоровительного лагеря, умеющих противостоять негативным влияниям рискогенного социума, воспитания у детей и подростков ценностей здорового образа жизни, ценностей безопасного поведения, профилактики вредных привычек.

Подрастающему поколению, для того чтобы успешно социализироваться в постоянно изменяющихся условиях социума, занять достойное место в постиндустриальном социуме, необходимо быть прежде всего целостно-жизнеспособным (в интеграции ценностной, социальной и биологической жизнеспособности). В целостном аспекте формирование жизнеспособности детей и подростков в условиях детского оздоровительного лагеря направлено на развитие их социальной активности, обогащение опыта редукции рискогенных факторов внешней действительности, расширение сфер преобразования мира и самого себя. Смысловой аспект актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в контексте идеологии жизнеспособности воспитанников отражает необходимость: пересмотра и формирования новых позитивных ценностных ориентаций детей и подростков; становления социально ответственного отношения детей и подростков к природному окружению, социуму, другим, самому себе; обогащения социокультурных знаний и конструктивных поведенческих способов, которые позволяют прогнозировать оптимальность их дальнейшей жизнедеятельности в обновленном режиме или в нестандартных социальных ситуациях.

Опираясь на вышеизложенное, необходимо отметить, что актуализация образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря нацелена на реализацию основных положений, являющихся значимыми для эффективного педагогического сопровождения процесса социализации детей и подростков:

– личностно-центрированная направленность содержания образовательно-воспитательной и оздоровительной деятельности, ориентированная на конструирование естественной траектории личностного саморазвития воспитанников (педагог выступает в роли опосредованно направляющей инстанции) в контексте знаний закономерностей их возрастного становления и развития, индивидуально-типологических, социально-психологических особенностей;

– принятие безграничности потенций субъекта как его способности претворять в действительность имеющиеся неограниченные ресурсы, обеспечивающие постоянное самосовершенствование, стремление к наиболее полноценному развитию личностных качеств, активизацию внутренних резервов, необходимых для приобретения жизненно значимых знаниевых конструктов, умений, навыков саморазвивающейся личности и т.д.;

– перевод воспитанников в позицию субъектов, инициирующий их преобразовательное отношение к окружающему миру, в рамках которого они добровольно осваивают многоаспектность действительности, многообразие социальных отношений, вариативность

социокультурных способов поведения, содержащих обновленные для развивающихся детей и подростков элементы решения определенных жизненно важных задач и контекстов разносодержательных сфер социоприродного окружения на микро-, мезо-, макроуровнях [7].

В качестве основных функций актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в целях социализации детей и подростков выступают: нормативно-регулятивная, регулирующая жизнедеятельность в лагерном обществе и определяющая формирование мировоззренческих основ жизнедеятельности воспитанников путем самоограничения и коллективного выбора, корректировки поведения с общественными нормами, ценностями, социальными программами; личностно-преобразовательная, активизирующая субъектную позицию воспитанников посредством развития потребностно-мотивационной сферы, идеалов и установок в системе лагерных социальных отношений; ценностно-ориентационная, нацеленная на формирование системы ценностей, определяющих образ жизни субъектов лагерных отношений; коммуникативно-информационная, инициирующая продуктивные взаимоотношения с другими субъектами, группами, системой, насыщающая информацией с целью осуществления личностной коммуникации; творческая, обусловливающая устремленность воспитанников творить, открывать и преобразовывать окружающую действительность; компенсаторная, восполняющая дефицит необходимых физических, психических и интеллектуальных свойств и качеств личности для оптимальной интеграции в социум [9].

Таким образом, актуализация образовательно-воспитательного потенциала детского возраста в целях социализации воспитанников направлена на создание комфортного социализирующего пространства, неформальной среды общения, реализации широкого спектра развивающей деятельности, в которой есть все возможности для расширения диапазона социальных знаний, формирования социально ориентированных мотивов на продуктивное взаимодействие с другими, обогащение социокультурного опыта участия в разнообразных сферах социальной практики, развития качественно новых личностных качеств (активности, инициативности, толерантности, коллективизма, дивергентности мышления и т.д.). Основными направлениями актуализации образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря (базирующегося на идеологии жизнеспособности) в целях социализации воспитанников являются: развитие активной, ответственной жизненной позиции детей и подростков, умения делать свой выбор и принимать его последствия; формирование адекватного образа Я, умения устанавливать и поддерживать продуктивные взаимоотношения с другими; формирование социальной установки на позитивное отношение к нормам общественных отношений; физическое, психическое и духовное оздоровление; снижение рисков социализации для оптимальной жизнеспособности субъектов лагерного взаимодействия в обществе.

При этом результат выражается не столько в определенных социальных знаниях, умениях, накопленном социокультурном опыте, сколько в виде личностных новообразований, перестраивающих всю совокупность связей и отношений детей и подростков с окружающей действительностью. И конечно же, оптимальная актуализация образовательно-воспитательного потенциала детского оздоровительного лагеря в целях социализации воспитанников – это результат и показатель педагогической квалификации и мастерства коллектива взрослых, их способности прогнозировать рациональные пути, организации оздоровительно-образовательного и воспитательного процесса в лагере.

**Список литературы**

1. Бабочкин П.И. Становление жизнеспособной молодежи в динамично изменяющемся обществе. – М.: Социум, 2000. – 176 с.

2. Волгунов В.В. Организация детского отдыха в оздоровительном лагере: социально-педагогический аспект // Вестник ВятГГУ. – 2009. – № 4. – С. 16–19.

3. Иванова С.П. Психологическая устойчивость личности как фактор противодействия негативным влияниям социальной среды в ранней юности и молодости // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Социально-гуманитарные науки. – 2009. – № 9. – С. 99–108.

4. Кателина А.А. Воспитательный потенциал детского лагеря // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. – 2016. – № 2. – С. 222–231.

5. Маленкова Л.И. Теория и методика воспитания: учебн. пособие. – М.: Педагогическое общество России, 2002. – 480 с.

6. Мурашова А.Г. Развитие воспитательной деятельности педагогов детского оздоровительного центра в современных условиях (на примере международного детского центра «Артек»): дис. ... канд. пед. наук. – М., 2002. – 202 с.

7. Пак Л.Г. Социально ориентированная деятельность студента вуза: от идеи к реализации. – Оренбург: Оренб. ин-т экономики и культуры, 2013. – 312 с.

8. Пак Л.Г. Субъектно-развивающая социализация студента вуза: теоретико-методологические основания: монография. – М., 2010. – 180 с.

9. Пугачев А.С. Социализация учащихся в сфере досуга // Молодой ученый. – 2013. – № 1. – С. 365–368.

10. Сафин Н.В. Информальное образование как средство формирования гражданской идентичности подростка в детском оздоровительном лагере: дис. ... канд. пед. наук. – Оренбург, 2017. – 215 с.

УДК 377.031.4:51-77

# РОЛЬ ФАКТОРА СЛУЧАЙНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛНОТЫ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

**Романов В.П., Ширяева Н.А.**

*ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет “МИЭТ”», Москва, e-mail: romanov.valeri@gmail.com; shiryaeva.nataliya@gmail.com*

Показано, что при измерении полноты знаний обучающегося важную роль играет фактор случайности, обусловленный тем, что детерминизм сознания человека реализуется через случайность, и, следовательно, поведению обучающегося и преподавателя в процессе измерений свойственна случайность. В связи с этим для описания поведения обучающегося был использован неклассический вероятностно-статистический метод, в соответствии с которым обучающийся идентифицируется функцией распределения, распространяющейся в информационном пространстве и характеризующей полноту знаний. Применение вероятностно-статистического шкалирования позволило перейти при анализе экспериментально найденных индивидуальных функций распределения студентов из функционального пространства в числовое пространство путем расчета моментов этих функций распределения. Значения моментов различных порядков индивидуальных функций распределения позволяют ранжировать обучающихся по уровню знаний. На результат измерения полноты знаний обучающегося влияет и случайный характер поведения преподавателя, однако это влияние носит латентный характер и не проявляется в явном виде. Следует отметить, что уравнения непрерывности, решениями которых являются функции распределения, наглядно демонстрируют единство детерминизма и случайности. Показано, что в поведении обучающегося в процессе усвоения знаний и в поведении квантовой микрочастицы имеются схожие черты, проявляющиеся в случайном характере их поведения, для описания которого может быть использован неклассический вероятностно-статистический метод. Следует отметить, что успехи на пути решения проблемы измерений в педагогике и в науке в целом будут во многом зависеть от достижений в понимании сути сознания человека и его влияния на процесс измерений.

**Ключевые слова: обучающийся, преподаватель, случайность, детерминизм, вероятностно-статистический метод, функция распределения, шкалирование, измерение полноты знаний**

# ROLE OF RANDOM FACTOR IN THE PROCESS OF STUDENT’S KNOWLEDGE COMPLETENESS MEASUREMENT

**Romanov V.P., Shiryaeva N.A.**

*National Research University MIET, Moscow, e-mail: romanov.valeri@gmail.com; shiryaeva.nataliya@gmail.com*

It is shown, that an important role in the process of measurement of student’s knowledge completeness plays random factor, due to the fact, that determinism of human consciousness is realized through randomness, and, therefore, behavior of student and educator in the process of measurement involves randomness. In this respect, non-classical probabilistic-statistical method was used to describe student’s behavior. According to it student is identified with distribution function, which spreads in information space and characterizes completeness of knowledge. Implementation of probabilistic-statistical scaling allowed to move from functional to numerical space in the process of analysis of students’ empirical individual distribution functions by applying calculation of these distribution function moments. Information about values of distribution function moments of various orders allow to rank students by level of knowledge. Random nature of educator behavior also affects the result of measurement of student knowledge completeness, however, this effect carries latent character and do not appear in explicit form. It should be noted, that continuity equations, the solutions of which are distribution functions, illustrate unity of determinism and randomness. It is shown, that student behavior in the process of gaining knowledge and behavior of quantum microparticle have certain similarities, that are shown through random character of their behavior, which could be described with non-classical probabilistic-statistical method. It is also notable, that progress in solving the problem of measurement in pedagogy and science at all would largely depend on advances in understanding the nature of human consciousness and its effect on the process of measurement.

**Keywords: student, educator, measurement of knowledge completeness, scaling, randomness, determinism, distribution function, probabilistic-statistical method**

Особенностью методологии исследований в педагогике, определяющей логическую организацию, структуру, методы и средства деятельности, является важная роль субъективного фактора. Так, при определении полноты знаний обучающегося (объекта исследований) в качестве эталона измерений выступает полнота знаний преподавателя (субъекта). На результат измерения полноты знаний обучающегося безусловно оказывает влияние психосоматическое состояние как обучающегося, так и преподавателя, которое несет в себе элементы случайности. Необходимо также принимать во внимание, что результат измерения также зависит от предыстории, а именно от случайного характера поведения обучающегося в процессе усвоения знаний.

Для уменьшения влияния субъективного фактора в процессе измерений используются технические средства, например компьютер, который ставится между субъектом

и объектом измерений с целью проведения компьютерного тестирования полноты знаний. Однако формулирование вопросов тестирования, ранжирование их по степени важности и присвоение им весовых коэффициентов, оценка полноты охвата ими изучаемого материала и т.п. осуществляются преподавателем, поэтому полностью устранить влияние субъективного фактора на процесс педагогического измерения технические средства не могут.

При проведении педагогических измерений важную роль играет операция упорядочения эмпирических данных путем перевода их в шкальные оценки, т.е. шкалирование. В отличие от точных наук, в которых измерение сводится к сравнению данной величины с однородной ей величиной, принятой за единицу (с объективно существующим эталоном), при измерении педагогических параметров эталон сравнения всегда субъективен. Более того, большинство психолого-педагогических параметров (признаки, свойства, качества и т.п.) являются латентными (скрытыми), судить о которых можно лишь косвенно, по их проявлениям, т.е. весьма приближенно. Так, полнота знаний обучающегося является функцией нескольких макропараметров, таких как уровень предшествующих знаний, способность к обучению, внимание, память, качество ассоциаций, трудолюбие, психосоматическое состояние, внешние условия и т.п. В свою очередь, каждый из них является результатом большого числа микропроцессов, происходящих на клеточном или даже молекулярном уровнях, и различных микропараметров. Шкалирование предполагает выбор подходящей шкалы, которая должна отвечать задачам измерения и учитывать особенности свойств объекта измерений. В связи с этим кратко рассмотрим модель обучающегося, описывающую его поведение в процессе усвоения знаний.

**Модель обучающегося**

Успешность любой деятельности человека, в том числе и его участия в процессе обучения, зависит от уровня развития сознания. В [3] показано, что детерминизм сознания индивида реализуется через случайность, обусловленную внутренне присущим случайным характером психического и соматического состояний индивида. Кроме того, в работе [6] отмечается, что реальный процесс мышления существенно возмущается физиологическим, психологическим и информационным шумами головного мозга. Физиологический шум производится одновременной работой огромного числа нейронов (физическими и биохимическими процессами в мозге). Психологический шум обусловлен флуктуациями психического состояния человека. Информационный шум производится как внешней информацией, так и одновременной работой огромного числа мыслящих систем, находящихся в мозге.

Шум в процессе мышления может играть как отрицательную (разрушительную) роль, так и важную положительную. Некоторые комбинации шумовых процессов могут производить идеи, которые не могли бы появиться как результат строго детерминистского процесса мышления. С другой стороны, некоторый специфический набор шумовых процессов, зависящий от конкретной мыслящей системы, даже при низкой интенсивности может полностью нарушить процесс мышления. Шум, разрушительный для одного мозга, может иметь положительный эффект для другого. В этом случае при описании процессов мышления вместо модели детерминистской динамической системы необходимо использовать модель случайной динамической системы [6].

Следовательно, знания обучающегося, являющиеся фактически продуктом сознания, также несут в себе элементы случайности. В связи с этим для описания поведения обучающегося в процессе усвоения знаний в [3] было предложено использовать неклассический вероятностно-статистический метод, в соответствии с которым обучающийся идентифицируется функцией распределения (плотностью вероятности), движущейся в информационном пространстве координат, скоростей и ускорений различных порядков. Это означает, что нельзя указать точное положение обучающегося в информационном пространстве, можно лишь говорить о вероятности нахождения его в той или иной области информационного пространства. Следует отметить особенность неклассического вероятностно-статистического метода исследований, отличающую его от классического тем, что он применяется не только к массовым, но и к отдельным событиям, имеющим внутренне присущий им случайный характер [5].

Функции распределения, которыми идентифицируются обучающиеся, являются решениями дифференциальных уравнений, полученных на основе закона сохранения вероятности. Они представляют собой

уравнения непрерывности, связывающие изменение плотности вероятности за единицу времени в фазовом пространстве координат, скоростей и ускорений различных порядков с дивергенцией потока плотности вероятности. После несложных преобразований уравнения непрерывности, представленные в [3], могут быть записаны в следующем виде:

$$\frac{\partial\Psi(\sigma;t)}{\partial t}+div_{\sigma}\left[\langle\dot{\sigma}\rangle\Psi(\sigma;t)\right]=0;$$

$$\frac{\partial\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma};t\right)}{\partial t}+div_{\sigma}\left[\dot{\sigma}\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma};t\right)\right]+$$

$$+div_{\dot{\sigma}}\left[\langle\ddot{\sigma}\rangle\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma};t\right)\right]=0;$$

$$\frac{\partial\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma},\ddot{\sigma};t\right)}{\partial t}+div_{\sigma}\left[\dot{\sigma}\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma},\ddot{\sigma};t\right)\right]+$$

$$+div_{\dot{\sigma}}\left[\ddot{\sigma}\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma},\ddot{\sigma};t\right)\right]+$$

$$+div_{\ddot{\sigma}}\left[\langle\dddot{\sigma}\rangle\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma},\ddot{\sigma};t\right)\right]=0;$$

…….....……,

где $\Psi(\sigma;t)$, $\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma};t\right)$ и $\Psi\left(\sigma,\dot{\sigma},\ddot{\sigma};t\right)$ – функции распределения, идентифицирующие обучающегося в информационном пространстве; $\sigma$, $\dot{\sigma}$, $\langle\dot{\sigma}\rangle$, $\ddot{\sigma}$, $\langle\ddot{\sigma}\rangle$, $\langle\dddot{\sigma}\rangle$ – координата, скорость, средняя скорость, ускорение первого порядка, среднее ускорение первого порядка и среднее ускорение второго порядка индивида соответственно; $t$ – время.

Данная система состоит из бесконечного числа уравнений, и вопрос о том, какое из приведенных уравнений использовать для нахождения функции распределения, зависит от возможности получения данных о средних значениях скорости и ускорений различных порядков. Так, если известно значение средней скорости, то можно по известным начальному и граничному условиям найти решение первого уравнения из приведенной выше системы дифференциальных уравнений. В этом случае решением должна быть функция аргумента $\left(\langle\dot{\sigma}\rangle t-\sigma\right)$, т.е. $\Psi(\sigma;t)=\Psi\left(\langle\dot{\sigma}\rangle t-\sigma\right)$, в чем легко убедиться, подставив данную функцию в первое уравнение из приведенной системы дифференциальных уравнений. Такими функциями распределения в зависимости от начальных и граничных условий могут быть, например, функции, соответствующие закону нормального распределения, а также распределениям в виде дельта-функции Дирака, в виде прямоугольной функции и др. Второе уравнение из данной системы также может быть решено аналитически. Функция распределения в этом случае представляет собой суперпозицию двумерных волн, распространяющихся в информационном пространстве координат и скоростей [3]. Решение уравнений более высокого порядка, вероятно, возможно только численным методом.

Данные уравнения непрерывности позволяют прогнозировать поведение индивидуальных функций распределения в пространстве и во времени, а следовательно, и поведение индивидов, выполняющих определенную деятельность, поскольку последние идентифицируются этими функциями. Это есть проявление неклассического детерминизма, реализующегося через случайность.

Как отмечалось выше, при проведении педагогических измерений большое внимание уделяется вопросам шкалирования. Поскольку поведение обучающегося имеет вероятностно-статистический характер, классические методы шкалирования для измерения полноты знаний не могут быть использованы. В связи с этим для решения данной проблемы был предложен вероятностно-статистический метод шкалирования [4].

**Вероятностно-статистическое шкалирование**

В соответствии с [4] шкала измерений при определении полноты знаний обучающегося представляет собой упорядоченную систему $\left\langle A;L_{\Psi},F,G;f,M\right\rangle$. Здесь $A$ – некоторое вполне упорядоченное множество объектов (обучающихся), обладающих интересующими нас признаками (эмпирическая система с отношениями); $L_{\Psi}$ – функциональное пространство (пространство функций распределения) с отношениями; $F$ – операция гомоморфного отображения $A$ в подсистему $L_{\Psi}$ (идентификация обучающихся функциями распределения); $G$ – группа допустимых преобразований над функциями распределения; $f$ – операция отображения функций распределения из подсистемы $L_{\Psi}$ на числовые системы с отношениями $n$-мерного пространства $M$, которая представляет собой нахождение моментов различных порядков функций распределения.

Поскольку работать в функциональном пространстве чрезвычайно сложно, данная шкала измерений позволяет при оценке полноты знаний обучающихся, которые

идентифицируются функциями распределения, перейти из функционального пространства в числовое пространство. Это осуществляется путем расчета моментов экспериментально найденных индивидуальных функций распределения. Методика расчета моментов функций распределения изложена в работе [4]. Рассмотрим основные свойства экспериментальных функций распределения обучающихся.

### Экспериментальные функции распределения

При использовании классической пятибалльной шкалы измерений погрешность измерения полноты знаний обучающегося составляет ±0,5 балла. Это означает, что, когда обучающийся получает, например, оценку 3 балла, его знания находятся в промежутке от 2,5 до 3,5 баллов. Следовательно, в данном случае положение обучающегося в информационном пространстве определяется прямоугольной функцией распределения, ширина которой равна 1 баллу, а оценка является фактически математическим ожиданием (рис. 1). При таком измерении полноты знаний индивидуальные функции распределения обучающихся совпадают и, следовательно, в данном случае действует принцип неразличимости, т.е. отсутствует возможность в пределах данной оценки тонкого ранжирования студентов по уровню знаний. Погрешность измерения в этом случае настолько большая, что не позволяет выявлять структурные особенности индивидуальных функций распределения.

Значительно большие возможности в этом плане предоставляют балльные шкалы более высокого порядка, например двадцатибалльная шкала. На рис. 2 при использовании двадцатибалльной шкалы изображены типичные индивидуальные функции распределения студентов, представляющие собой фактически гистограммы, которые трудно аппроксимировать гладкими линиями.

Видно, что индивидуальные функции распределения обучающихся располагаются в разных областях информационного пространства и имеют различную структуру, т.е. в данном случае работает так называемый принцип «различимости». Это свидетельствует о том, что моменты представленных функций распределения имеют различные значения (таблица).

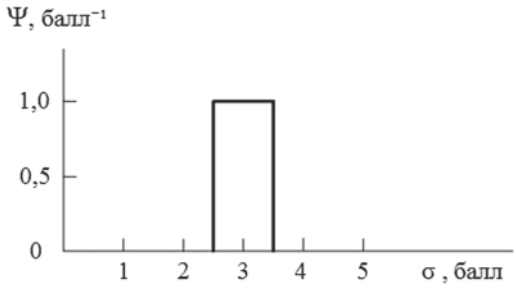



*Рис. 1. Типичный вид функции распределения, идентифицирующей студента, получившего на экзамене оценку «удовлетворительно» (3 балла) по пятибалльной шкале*

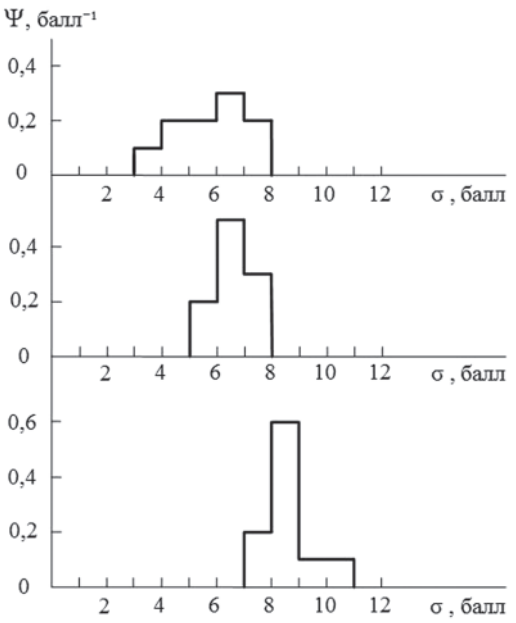



*Рис. 2. Типичный вид функций распределения, идентифицирующих студентов, получивших на экзамене традиционную оценку «удовлетворительно» (3 балла) по двадцатибалльной шкале*

Моменты функций распределения студентов, получивших на экзамене по физике традиционную оценку «3»

| № п/п | Порядок момента | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\mu_1$, балл | $\mu_2$, балл$^2$ | $\mu_3$, балл$^3$ | $\mu_4$, балл$^4$ | $\mu_5$, балл$^5$ | $\mu_6$, балл$^6$ | $\mu_7$, балл$^7$ |
| 1 | 5,80 | 1,61 | –0,58 | 5,11 | –4,29 | 20,63 | –27,07 |
| 2 | 6,60 | 0,49 | –0,05 | 0,50 | –0,15 | 0,51 | –0,25 |
| 3 | 8,60 | 0,69 | 0,49 | 1,66 | 2,21 | 5,11 | 8,60 |

В большинстве случаев, как показывает опыт, достаточно ограничиться расчетом моментов первого порядка $\mu_1$ (математического ожидания), второго порядка $\mu_2$ (дисперсии) и третьего порядка $\mu_3$, характеризующего асимметрию функции распределения. Сравнение значений найденных моментов индивидуальных функций распределения позволяет осуществлять тонкое ранжирование обучающихся по уровню знаний. При стремлении порядка балльности измерительной шкалы к бесконечности функции распределения обучающихся будут стремиться к истинным функциям распределения. Аналогичную структуру индивидуальные функции распределения имеют и для студентов, получивших на экзамене оценки «отлично» (5 баллов), «хорошо» (4 балла) и «неудовлетворительно» (2 балла).

В приближении аддитивности индивидуальных функций распределения легко провести их статистическую обработку. С этой целью воспользуемся результатами измерений полноты знаний студентов по физике с помощью классического и вероятностно-статистического шкалирований [3]. Так, для потока студентов, состоящего из 56 обучающихся, 7 студентов получили традиционную оценку «5» баллов, 17 студентов – «4» балла, 28 студентов – «3» балла и 4 студента – «2» балла. Используя результаты измерений полноты знаний данной группы студентов, полученные с помощью вероятностно-статистического шкалирования, авторы построили индивидуальные функции распределения для каждого студента и провели их статистическую обработку. На рис. 3 изображены усредненные индивидуальные функции распределения обучающихся, соответствующие указанным выше группам студентов.

Анализ этих функций распределения показывает, что не существует четко очерченных границ между полнотой знаний студентов, получивших на экзамене традиционные оценки «5» и «4», «4» и «3», «3» и «2». Функции распределения приграничных областей перекрываются. Как отмечалось выше, в процессе измерения полноты знаний обучающегося последний взаимодействует с преподавателем, действия которого также несут в себе элементы случайности, что, естественно, сказывается на результате измерения. Однако получить в явном виде влияние преподавателя на процесс измерения полноты знаний обучающегося не удается, т.к. оно носит латентный характер.

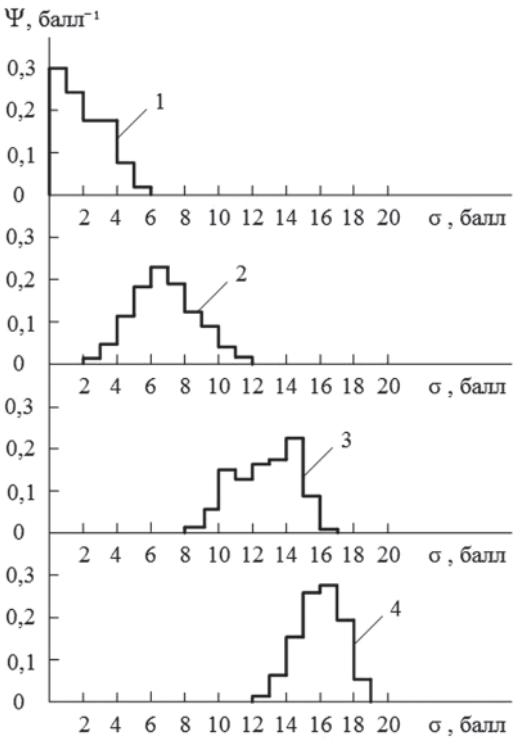



*Рис. 3. Типичный вид усредненных функций распределения, идентифицирующих студентов, получивших на экзамене по двадцатибалльной шкале традиционные оценки:*
*1 – «неудовлетворительно» (2 балла);*
*2 – «удовлетворительно» (3 балла);*
*3 – «хорошо» (4 балла);*
*4 – «отлично» (5 баллов)*

Полнота знаний студента непосредственно зависит от его взаимодействия с профессорско-преподавательским коллективом в процессе обучения. В [3] проведен анализ такого взаимодействия и установлено, что в линейном приближении скорость движения математического ожидания индивидуальных функций распределения студентов в информационном пространстве пропорциональна функции воздействия профессорско-преподавательского коллектива и обратно пропорциональна функции инертности, характеризующей неподатливость изменению положения математического ожидания в пространстве, а именно

$$\frac{d\langle\sigma\rangle}{dt} = \frac{F}{m},$$

где $\langle\sigma\rangle$ – математическое ожидание индивидуальной функции распределения обучающегося; $F$ – функция воздействия на обучающегося со стороны профессорско-преподавательского коллектива, зависящая от профессиональных и личностных характеристик каждого; $m$ – функция, характеризующая инертность

(неподатливость) обучающегося по отношению к изменению его положения в информационном пространстве и зависящая от личностных характеристик индивида.

Данное уравнение является фактически аналогом уравнения движения Аристотеля в механике, роль силы в котором выполняет функция воздействия, а массы – функция инертности. Следует отметить, что уравнение движения математического ожидания индивидуальной функции распределения является классически детерминированным и, следовательно, позволяет рассчитать для известных функций $F$ и $m$ положение математического ожидания в информационном пространстве в любой момент времени. Однако получение информации о свойствах этих функций представляет собой чрезвычайно сложную задачу и требует проведения глубоких психолого-педагогических исследований профессорско-преподавательской и студенческой подсистем.

Сейчас достигнуты большие успехи в разработке теоретических и практических основ измерений в педагогике, однако в целом проблема измерений еще далека от решения. Это, прежде всего, связано с тем, что в настоящее время еще нет достаточной информации о влиянии сознания человека на процесс измерения. Подобная ситуация сложилась и в квантовой механике. Так, рассматривая проблемы квантовых измерений, автор работы [2] пришел к выводу, что объяснить ряд парадоксов измерений в квантовой механике «…вряд ли возможно без непосредственного включения сознания наблюдателя в теоретическое описание квантового измерения». Далее утверждается, что «…непротиворечивым является предположение о том, что сознание может сделать вероятным некоторое событие, даже если по законам физики (квантовой механики) вероятность этого события мала. Сделаем важное уточнение формулировки: сознание данного наблюдателя может сделать вероятным, что он увидит это событие».

Данные утверждения основаны на интерпретации квантовой механики, предложенной в работе [7], в соответствии с которой объект измерения, измерительный прибор и наблюдатель образуют единую квантовую систему. В этой системе подсистемы «объект и измерительный прибор» и «наблюдатель» взаимодействуют друг с другом. Кстати, измерительный прибор в такой системе может и отсутствовать, а его роль будет выполнять непосредственно наблюдатель. Поведение такой системы можно описать с помощью уравнения Шредингера и получить решения, соответствующие возможным классическим альтернативам (состояниям) объекта измерения. Сознание наблюдателя в [2] отождествляет с выбором той или иной альтернативы объекта измерения («…мы предполагаем, что селекция альтернативы должна быть отождествлена с сознанием»). В данной работе говорится также о том, что сознание является общей частью квантовой физики и психологии и, следовательно, предоставляет новые возможности в познании действительности. Тот факт, что сознание наблюдателя, как утверждается в [2], может сделать вероятной (реализуемой на практике) любую из классических альтернатив измеряемой квантовой системы, говорит о случайном характере сознания. Это является еще одним подтверждением, что детерминизм сознания человека реализуется через случайность.

Следует отметить схожесть поведения человека при выполнении им той или иной деятельности с поведением квантовых микрочастиц (электронов, атомов и др.). Так, поведение человека и микрочастиц в соответствии с копенгагенской интерпретацией квантовой механики имеет вероятностно-статистический характер. Уравнение Шредингера, описывающее поведение микрочастиц, можно преобразовать к уравнению непрерывности, совпадающему по форме записи с первым уравнением из приведенной выше системы дифференциальных уравнений [1]. Однако имеются и существенные различия, основные из которых следующие. Во-первых, в квантовой механике действует принцип «неразличимости», в соответствии с которым все микрочастицы одинаковые и их невозможно отличить друг от друга, в то время как при описании поведения человека учитываются индивидуальные особенности каждого, т.е. действует принцип «различимости». Во-вторых, уравнение Шредингера описывает случайный характер поведения микрочастиц только в координатном пространстве, а случайный характер поведения индивида представляется возможным описать не только в координатном пространстве, но и в пространствах скоростей и ускорений различных порядков.

**Выводы**

1. В процессе измерения полноты знаний обучающегося фактор случайности играет принципиальную роль, поскольку детерминизм поведения как обучающегося, так и преподавателя реализуется через случайность. В связи с этим для описания поведения обучающегося был использован неклассический вероятностно-статистический метод. В соответствии с этим методом обучающийся идентифицируется функцией распределения, которая находится в результате измерения полноты знаний и характеризует ее. На результат измерения, естественно, влияет и случайный характер поведения преподавателя, однако это влияние носит латентный характер и не проявляется в явном виде.

2. Сравнительный анализ результатов измерений полноты знаний обучающихся, полученных при использовании классического балльного шкалирования и вероятностно-статистического шкалирования, показал, что последнее дает гораздо больше информации о полноте знаний и позволяет тонко ранжировать обучающихся по уровню знаний.

3. Уравнения непрерывности, решением которых являются функции распределения, отражают единство случайности и детерминизма. В данном конкретном случае детерминизм поведения обучающегося в процессе усвоения знаний реализуется через случайность.

4. Дальнейшие успехи на пути решения проблемы измерений в педагогике и науке в целом будут во многом зависеть от достижений в понимании сути сознания человека и его влияния на процесс измерений.

**Список литературы**

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Издательская группа УРСС, 2015. – 672 с.

2. Менский М.Б. Сознание и квантовая механика: Жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания – из квантовой реальности). – Фрязино: Век2, 2011. – 320 с.

3. Романов В.П., Соколова Н.А. Вероятностно-статистический метод психолого-педагогических исследований. – М.: Ладомир, 2012. – 144 с.

4. Романов В.П., Соколова Н.А. Вероятностно-статистическое шкалирование в педагогике // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 2. – С. 57–63.

5. Романов В.П., Соколова Н.А. Сравнительный анализ классического и неклассического вероятностно-статистических методов психолого-педагогических исследований // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 10. – С. 42–46.

6. Arnold L. Random dynamical systems. – Berlin: N.Y.: Heidelberg: Springer-Verlag, 1998.

7. Everett H.III. Relative state formulation of quantum mechanics // Rev. Mod. Phys. – 1957. – Vol. 29. – P. 454–462.

УДК 378.4

# ВАЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АГРАРНОГО ВУЗА

**Черданцев В.П.**

*ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru*

Одним из важных направлений развития современного аграрного образования несомненно должны стать практиоориентированность вузов и соответствие учебного процесса передовым агротехнологиям. Это достигается только во взаимодействии вуза с работодателями, которые предоставляют для проведения практики студентам и магистрантам свою базу, современное оборудование и технику, всё то, что позволяет обучающимся сформировать необходимые профессиональные компетенции. Для того, чтобы соответствовать требованиям инновационной экономики, современное аграрное образование должно работать на опережение, то есть иметь активно направленный спектр подготовки и соответствующую моменту профильную направленность образовательных программ, реализуемых вузами. Образовательная деятельность конкретного вуза, основанная на перечисленных принципах, ориентируется на определенную зону обслуживания, объединяющую его научную деятельность с решением задач инновационного развития региона.

**Ключевые слова: конкурентоспособность, аграрный вуз, инновационное развитие, современные технологии, агротехнопарк, профессиональные компетенции, инновации, бизнес-инкубатор**

# THE IMPORTANCE OF THE PROGRAM OF INCREASE OF COMPETITIVENESS OF THE AGRARIAN UNIVERSITY

**Cherdantsev V.P.**

*Perm State Agricultural Academy named after academician D.N. Pryanishnikov, Perm, e-mail: cherdantsev.vadim@yandex.ru*

One of the important directions of development of modern agricultural education must undoubtedly be practicerelevant universities and the conformity of the educational process the advanced agricultural technologies. This can only be achieved in cooperation of the University with employers, who provide the practice students and undergraduates of your base, modern equipment, everything that allows students to develop the necessary professional competence. In order to meet the requirements of innovative economy, modern agricultural education should be proactive, that is to have a targeted range of training and corresponding to the time profile orientation of educational programmes implemented by higher education institutions. Specific educational activities of the University, based on the listed principles focus on a specific service area, combining his scientific activity with the tasks of innovative development of the region.

**Keywords: competitiveness, agrarian university, innovation development, modern technologies, agrotechnopark, professional competence, innovation, business incubator.**

В последние десятилетия вузы России функционируют в новых условиях, сформировавшихся на рынке образовательных услуг. Проблемы повышения конкурентоспособности вузов связаны с тем, что экономика нуждается в специалистах, которые способны принимать нестандартные решение, самосовершенствоваться, гибко адаптироваться в окружающей среде.

Усиление конкуренции, вызванное ростом количества вузов, уменьшением численности абитуриентов, стремительно меняющейся внешней и внутренней средой вуза, необходимостью постоянного обновления знаний и повышения квалификаций, требует проведения постоянной системы подготовки и переподготовки кадров с различными сроками обучения. Все это ставит вузы перед необходимостью использовать новые инструменты повышения конкурентоспособности на рынке образовательных услуг [6].

В работе аграрных вузов на сегодняшний день главным ориентиром должны стать повышение качества отраслевого образования и его конкурентоспособность. В России сельскохозяйственное образование имеет стратегически важное значение для страны, учитывая крупнейший сельскохозяйственный потенциал и огромные сельские территории. Система аграрного образования в региональных вузах зачастую работает на устаревшем оборудовании, не применяемом в современном сельском хозяйстве. Для обеспечения конкурентоспособности необходимо усовершенствование технической базы, что позволит выполнить госзаказ и поддержит высокую конкурентоспособность аграрных вузов на рынке образовательных услуг.

Сегодня государство уделяет особое внимание вузовской аграрной науке и кадровой проблеме в сельском хозяйстве в целом.

Наиболее перспективным, но в то же время неисследованным направлением является повышение конкурентоспособности вуза на основе взаимодействия вузов с потребителями образовательных услуг: абитуриентами, студентами, магистрантами, выпускниками вузов, лицами, желающими повысить свою квалификацию, работодателями.

Существенные особенности развития сельских территорий России и то многообразие задач, которые решаются в сельскохозяйственной отрасли, приводят к необходимости получения аграрного образования не только работниками крупных агропромышленных комплексов, но и представителями удаленного сельского домохозяйства. В настоящее время любому аграрному вузу страны нужна программа повышения конкурентоспособности на долгосрочную перспективу.

Анализ современных глобальных и региональных ситуаций показывает, что определяющим условием конкурентоспособности становятся качество, инновационные процессы и наукоемкие технологии. Проблема повышения качества образования становится одним из ключевых направлений деятельности образовательных институтов и органов управления образованием. В настоящее время в нашей стране осуществляется процесс преобразования системы высшего образования. Результатом этой реформы стало разделение высшего образования на 3 уровня: бакалавриат, магистратура и аспирантура.

Магистратура – второй уровень двухуровневой системы высшего образования, созданной в процессе реформирования российской образовательной системы, согласно Болонскому процессу. Магистерское образование дает не только фундаментальную научную подготовку, но также инструментальные знания и навыки, которые высоко ценят любые современные работодатели в избранной вами сфере деятельности. Магистерские программы – это специализация, углубление знаний в определенной области, таких специалистов пока требуется много почти в каждой области.

Таким образом, вузы вынуждены реагировать на изменяющиеся требования общества для сохранения собственной актуальности и привлекательности среди остальных операторов рынка образовательных услуг [7].

Пермская государственная сельскохозяйственная академия в 2010 г. присоединилась к числу участников Болонского процесса в Пермском крае. Программа подготовки магистров создана практически на всех факультетах. Например, магистратура факультета экономики, финансов и коммерции базируется на многолетнем опыте подготовки специалистов по вопросам экономики и менеджмента. В настоящее время идет интенсивная работа по повышению качества обучения магистров на основе государственных образовательных стандартов нового поколения. Реализуемая магистерская программа «Производственный менеджмент» содержит углубленные специальные знания с выраженным научно-исследовательским компонентом, значительной долей самостоятельной работы и направлена на формирование компетенций, позволяющих выпускникам на высоком квалификационном уровне выполнять интеллектуалоемкие функции, комплексно решать разнообразные задачи с применением знаний новейших технологий и методик. Ее миссия заключается в обеспечении потребностей органов государственной власти и субъектов реального сектора экономики в высококлассных специалистах по производственному менеджменту.

Одним из важных направлений развития современного аграрного образования несомненно должна стать практикоориентированность вузов и соответствие учебного процесса передовым агротехнологиям. Это достигается только во взаимодействии вуза с работодателями, которые предоставляют студентам и магистрантам для проведения практики свою базу, современное оборудование и технику, всё то, что позволяет обучающимся сформировать необходимые профессиональные компетенции. Необходимо, чтобы работодатели воспринимали студентов и магистрантов, пришедших к ним на практику, как полноценный кадровый резерв и, по мере возможности, трудоустраивали выпускников. Вузы же должны выпускать таких специалистов, которые после получения диплома сразу в полном объеме могли бы приступить к исполнению своих должностных обязанностей. Для этого учебным заведениям необходимо выстроить систему мероприятий и проектов по реализации их миссии, включающей развитие конкурентных преимуществ и завоевание лидерских позиций среди аграрных вузов России. Необходимые профессиональные компетенции студенты имеют возможность получать в студенческих строительных отрядах, сочетая учебу и работу [4].

Штаб студенческих строительных отрядов Пермской сельскохозяйственной академии уделяет большое внимание развитию аграрного направления. Бойцы отрядов участвуют в работе Всероссийского сельскохозяйственного (животноводческого) отряда «Альтаир» в Ярославской области, который организовал Штаб Костромской ГСХА. Механизированные отряды с конца апреля приступают к работе в сельскохозяйственных предприятиях региона и после сдачи сессии в июне возвращаются на предприятия и трудятся там до конца уборочной кампании. Студенты агрономического факультета работают над повышением урожайности у агропроизводителей региона.

Отряд по благоустройству и озеленению территорий «Флора» успешно трудится в городе Перми, занимаясь ландшафтными работами в районах города.

В Пермской сельскохозяйственной академии активно развиваются землеустроительные отряды: СЗО «ЗемляК», СЗО «Полевик», СЗО «Юный Геодет» и СЗО «РосреестрЮНИ». Бойцы отрядов занимаются кадастровым учетом объектов недвижимости, общими кадастровыми работами, государственной регистрацией прав на недвижимость, имущественными сделками, а также ведут дежурно-топографическую съемку.

Любой производственный опыт помогает соответствовать требованиям инновационной экономики, современное аграрное образование должно работать на опережение, то есть иметь активно направленный спектр подготовки и соответствующую моменту профильную направленность образовательных программ, реализуемых вузами. Образовательная деятельность конкретного вуза, основанная на перечисленных принципах, ориентируется на определенную зону обслуживания, объединяющую его научную деятельность с решением задач инновационного развития «своего» региона.

Основными инструментами перманентного повышения качества аграрного образования являются:

– рост активности и компетентности научно-преподавательского состава и усовершенствование менеджмента вузов;

– применение в образовательном процессе современных технологий и материально-технической базы в комплексе с доступом учащихся к процессам аграрного производства в регионе;

– поиск «своего студента», основанный на взаимодействии вуза с сельскими образовательными учреждениями.

Практическая реализация этих подходов служит свидетельством глубокой интеграции вуза в социально-экономическое развитие региона.

Ученые аграрных вузов активно участвуют в разработке и реализации программ АПК субъектов Российской Федерации в части научного и кадрового обеспечения.

Пермская государственная сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова является одним из старейших вузов Западного Урала. Миссия академии включает в себя не только задачу обеспечения кадрами агропромышленного комплекса Пермского края, научную поддержку аграрного сектора экономики России, но и максимальное содействие развитию сельских поселений. Основным направлением деятельности для академии является село с его проблемами, в решении которых вуз в той или иной степени должен принять участие. Пермская сельскохозяйственная академия, при выполнении своей миссии в Пермском крае, исходит из утверждения, что аграрный вуз – это наиболее мощный ресурс развития аграрного региона на любом из этапов его истории. Сегодня его необходимо направить на осуществление как общенациональных, так и региональных стратегий развития агропромышленного комплекса. Оценка использования данного ресурса непосредственно зависит от эффективности действия обозначенных ключевых инструментов в непрерывном повышении качества функционирования вуза. Одним из важных аспектов можно считать наличие действительно взаимовыгодных и партнёрских отношений между региональными структурами, отвечающими за экономику края, в том числе и за АПК, и вузом [2].

Для осуществления инновационной политики и обеспечения внедрения новейших разработок в производство ученые вузов планируют широко использовать созданные в вузах агротехнопарки, инновационно-технологические центры, бизнес-инкубаторы, службы сельскохозяйственного консультирования и т.д.

Руководство Пермского края и Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова обратились в Министерство сельского хозяйства РФ с письмом о возможности создания агротехнопарка «Пермский» [1]. Целью создания этого проекта было определено формирование территории стабильного развития

аграрного сектора края, объединенного краевого центра образовательных, научных, производственных и сбытовых ресурсов, основанного на внедрении инновационных процессов и наукоемких технологий в сельскохозяйственной отрасли, переработке сельхозпродукции и ускорении процесса привлечения инвестиций. В состав агротехнопарка должны будут войти промышленно-техническая и общественно-деловая зоны.

Концепция создания общественно-деловой зоны предполагает строительство объектов инфраструктуры. Прежде всего, планируется возведение агродеревни, являющейся центром и занимающейся строительством и развитием инфраструктуры села, организацией малого предпринимательства, сферы услуг, реализацией на селе проектов, привлекая для этого возможности частных инвесторов, государственных средств и жителей села; агропродовольственный рынок – объект инфраструктуры, в ведение которого входит строительство торговых павильонов и организация сбыта сельскохозяйственной продукции; учебно-административный комплекс и площадки, предназначенные для демонстрации сельхозтехники и новейших агарных технологий основных отечественных и зарубежных производителей; центр технического сервиса и механизации, включающий выставку-продажу современной сельскохозяйственной техники, сельскохозяйственной техники вторичного рынка, а также технические и сервисные центры обслуживания.

Промышленно-техническая зона включает в себя зерноперерабатывающий завод, ряд предприятий по производству сельскохозяйственной техники, соответствующие нормам сегодняшнего дня тепличный комбинат и животноводческий комплекс. Представленная концепция определяет привлечение инвесторов, разработку программы развития агротехнопарка, а также разработку технико-экономических обоснований и проектно-сметной документации на возведение производственных объектов и инфраструктуры [3].

Концепция агротехнопарка «Пермский» предусматривает создание нескольких инновационных научно-образовательных центров:

- ветеринарии и племенного животноводства;
- учебно-интеграционного и внедренческого;
- кормопроизводства, элитного семеноводства и точного земледелия;
- садоводства;
- механизации и технического сервиса;
- переработки, хранения и логистики.

Для продвижения проекта при сельхозакадемии в августе 2014 г. было создано Малое инновационное предприятие «Агротехнопарк «Пермский», а в апреле 2015 года – Управление «Агротехнополис», которое координирует работу учебно-научных центров вуза.

Для разработки Программы развития конкурентоспособности академии необходимо использовать положения Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также Государственной программы Российской Федерации «Развитие образования на 2013–2020 гг.», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации № 295 от 15.04.2014 г. В программу необходимо включить стратегические цели, миссию академии, разработать показатели оценки эффективности при ее реализации [8].

В последние годы в Пермской сельскохозяйственной академии, как и в других российских вузах, происходят серьезные изменения в структуре, содержании, управлении системой образования. Создается многоуровневая система подготовки и переподготовки специалистов для агропромышленного комплекса, интегрируется научно-технический потенциал с развитием интеллектуальной направленности в образовании и науке. Создаются научные лаборатории, малые инновационные предприятия, для функционирования которых необходимы современная техника, инновационное прогрессивное оборудование. Для повышения престижности вуза важно обеспечить его высококвалифицированными кадрами, которые должны иметь возможность постоянно проходить стажировки и перенимать опыт ведущих отечественных и мировых образовательных центров и школ по программам преподавательской мобильности.

Для выполнения научных исследований, включая приоритетные направления развития, в вузе необходимо создание современной инновационной структуры, обеспечение доступа к информационным ресурсам мирового уровня, а также способности применять современные технологии управления крупными проектами и долгосрочными программами.

Кроме того, необходимо создавать наукоемкие производства, разрабатывать ресурсоэффективные технологии, что позволит ускорить переход экономики на

прогрессивный уровень развития и функционирования. На этом заострил внимание В.В. Путин в декабре 2016 г. в послании Федеральному Собранию: «…В развитии сельского хозяйства многое зависит от регионов. Считаю, что нужно дать им больше самостоятельности в определении приоритетов использования федеральных субсидий на поддержку АПК, а сам их объем связать с увеличением пашни, повышением урожайности, других качественных показателей эффективности производства, тем самым создав стимул для ввода в оборот простаивающих сельхозземель и внедрения передовых агротехнологий» [5].

Наиболее эффективные способы образовательной деятельности дают возможность качественно осваивать содержание образовательных программ, учитывая индивидуальные способности обучаемых и потребностей заказчика. Для этого используются методы дистанционного обучения, дуальное практикоориентированное обучение в тесной взаимосвязи с наукой.

В будущем система непрерывного агрообразования должна получить развитие, направленное на совершенствование сетевого взаимодействия образовательных организаций, объединение систем общего и среднего профессионального образования под руководством высшего аграрного образования.

Для повышения качества образования необходимо применять программно-целевой метод, реализацию федеральной целевой программы «Развитие аграрного образования для укрепления кадрового потенциала АПК и сельских территорий РФ». В связи с этим государству следует рассматривать развитие системы агрообразования в числе приоритетных вопросов. Для этого требуется уделять более пристальное внимание развитию учебно-практической базы и системы агрообразования в целом. Ключевая цель этих преобразований в современных условиях заключается в непрерывном качественном улучшении кадрового потенциала агропредприятий и сельских территорий. Это дает гарантию продовольственной независимости нашей страны, повышения ее конкурентоспособности на мировых рынках агропродукции, а также дает возможность увеличения эффективности решения задач по стабильному развитию сельских территорий России.

**Список литературы**

1. Официальный сайт Пермской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pgsha.ru/web/news_view/agrotehnopark_xpermskiix_-_edinyi_kraevoi_centr_nauchnyhx_obrazovatel_nyh_i_proizvodstvennyh_resursov_agrarnogo_sektora_ekonomiki (дата обращения 24.04.17).

2. Миссия Пермской ГСХА / Официальный сайт Пермской государственной академии имени академика Д.Н. Прянишникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pgsha.ru/export/sites/default/today/qm/qm_files/pgsha_missiya_17.04.17.pdf.

3. Распоряжение правительства Пермского края № 350-рп от 23.12.2014 г. «О реализации проекта по созданию агротехнопарка «Пермский»» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agro.permkrai.ru/ (дата обращения 24.04.17).

4. Петуховский С.Л. Повышение конкурентоспособности аграрного образования // Аккредитация в образовании [Электронный ресурс]. – 2014. – № 76. – Режим доступа: http://www.akvobr.ru/akkreditatsiya_v_obrazovanii_68.html/ (дата обращения 24.04.17).

5. Послание Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rg.ru/2016/12/01/poslanie-stenogramma.html/ (дата обращения 24.04.17).

6. Савенкова Ю.С. Повышение конкурентоспособности вуза на основе формирования и реализации программы лояльности: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05; [Место защиты: Пенз. гос. ун-т]. – Пенза, 2009. – 216 с.

7. Степенко А.Е. Основные факторы конкурентоспособности вуза // Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. ст. по матер. XLVI междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2015. – № 2(46). – С. 28–33.

8. Федеральная целевая программа «Развитие аграрного образования для укрепления кадрового потенциала АПК и сельских территорий РФ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fcp.economy.gov.ru (дата обращения 24.04.17).

УДК 378.147:004.921

# ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ

**Юматова Э.Г.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Нижний Новгород, e-mail: standart@nngasu.ru*

В статье рассмотрена интенсификация геометрической и графической подготовки студентов в архитектурно-строительном вузе на основе методики проблемного обучения средствами межинтегративной исследовательской деятельности. Результаты исследований автора подтверждают, что исследовательские способности будущего специалиста в геометро-графической сфере сформированы не на должном уровне. Низкая результативность данной творческой деятельности студентов проявляется в несоответствии ее целей и средств историческим, культурным и технологическим тенденциям развития нашего общества. Для устранения выделенных недостатков были уточнены дидактические принципы эффективного формирования исследовательских качеств будущего инженера в геометро-графическом пространстве. Дано определение понятия «межинтегративные исследовательские способности» и их структура, содержащая комплекс ценностных и профессиональных качеств будущего инженера. В статье приводится поэтапная методика формирования данных продуктивных способностей студентов средствами информационных графических технологий и ее результативность. Рассмотрен пример исследовательского учебного проекта.

**Ключевые слова: геометро-графическая инженерная подготовка, проблемное обучение и воспитание, исследовательская учебная деятельность**

# PEDAGOGICAL PRINCIPLES OF FORMATION OF RESEARCH GEOMETRIC AND GRAPHICAL ABILITIES IN THE EDUCATIONAL SYSTEM OF ENGINEERING TRAINING

**Yumatova E.G.**

*State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, e-mail: standart@nngasu.ru*

The article deals with the intensification of geometric and graphic preparation of students in an architectural and construction institution on the basis of the methodology of problem training by means of interintegration research. The results of the author's studies confirm that the research capabilities of the future specialist in the geometric and graphical sphere are not formed at the proper level. The low effectiveness of this creative activity of students is manifested in the inconsistency of its goals and means with the historical, cultural and technological trends in the development of our society. To eliminate the identified deficiencies, the didactic principles of the effective formation of the research qualities of the future engineer in the geometric graphic space were refined. A definition of the concept of «interintegration research capabilities» and their structure, containing a set of value and professional qualities of the future engineer is given. The article provides a step-by-step methodology for the formation of these productive abilities of students by the means of information graphic technologies and its effectiveness. An example of a research project is considered.

**Keywords: geometrical-graphic engineering training, problem training and education, research training activities**

В современных образовательных пространствах развивающего обучения и воспитания будущих инженеров важное место отводится интенсивным методикам и средствам, направленным на формирование и диагностику творческих умений, к которым относятся и исследовательские. Овладение будущими инженерами данными инструментами творческого мышления способствует не только повышению результативности их обучения в вузе, но и дальнейшей работе на производстве. Эффективность данной дидактической практики для развития профессиональных творческих межинтегративных способностей в современном информационном и непрерывно изменяющемся мире подчеркивается многими учеными. Так, академик А.Н. Колмогоров, акцентируя внимание на диагностике развитости творческих способностей обучаемых, писал: «Не существует сколько-нибудь достоверных тестов на одарённость, кроме тех, которые проявляются в результате активного участия хотя бы в самой маленькой поисковой исследовательской работе» [10, с. 12]. Обосновывая важность формирования таких умений, педагог В.В. Успенский также пишет: «Общие исследовательские умения и навыки нужны не только для того, чтобы наглядно представить действие тех или иных элементарных законов природы, они важны как наиболее соответствующий современному динамичному миру способ адаптации личности к условиям постоянно меняющегося окружения» [16, с. 278].

### Цель исследования

Как показывают анализ многочисленных публикаций и наше исследование, в настоящее время исследовательские способности будущего специалиста в геометро-графической сфере сформированы не на должном уровне. Это проявляется в их несоответствии целям и средствам инженерного обучения, определяемым следующими требованиями:

1) историко-культурные потребности личности и всего общества в целом в России;

2) тенденции развития средств информационных технологий в решении прикладных задач.

Одной из причин указанных недостатков, по нашему мнению, является отсутствие понимания сущности и структуры понятия «исследовательские межинтегративные геометро-графические умения», педагогических принципов их формирования и, как следствие, эффективной методики их конструирования в инженерной образовательной системе. Что и определило цель нашего исследования.

### Материалы и методы исследования

Для решения задач исследования были изучены:

1) образовательный стандарт по направлению подготовки «Строительство;

2) современные требования к подготовке специалистов на основании ФГОС ВО, Градостроительного кодекса РФ и приказов Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ в области внедрения IT-технологий [12, 14];

3) философские и исторические тенденции развития профессионального образования;

4) теория и методика развития творческих инженерных способностей;

5) анализ результатов педагогического эксперимента.

### Результаты исследования и их обсуждение

В современной психолого-педагогической литературе под умением понимается использование имеющихся знаний и навыков для выбора и осуществления приемов действия в соответствии с поставленной целью. Известно, что наиболее результативный дидактический принцип формирования творческих умений с точки зрения деятельностного подхода – это проблемное обучение. В зависимости от типа проблемной ситуации И.Я. Лернер ввел следующую классификацию умений: организационно-практические; интеллектуальные; психолого-характерологические. Такие ученые, как В.П. Беспалько, В.П. Кларин, В. Блум, В.М. Соколов и др., в соответствии с установленной ими таксономией целей обучения (восходящие уровни) рассматривают исследовательские умения как составную часть творческо-поисковых способностей, ставя их выше репродуктивных и частично-поисковых.

Определению сущности и структуры понятия «исследовательские умения» были посвящены работы таких ученых, как В.И. Андреев, А.И. Савенков А.Ю. Карлащук, В.В. Успенский, Е.А. Зимняя, Е.А. Шашенкова, Л.Я. Зорина, В.С. Лазарев, Н.В. Сычкова, П.Ю. Романов, Н.Л. Головизнина, М.Н. Поволяева, В.М. Соколова, Е.А. Острикова, А.Н. Поддьяков и др. Понятие «исследовательские умения» в работах указанных ученых рассматриваются в единстве с понятием «исследовательская деятельность». Анализируя работы указанных ученых, можно сделать выводы, что *исследовательские умения формулируются ими как формируемая и диагностируемая сложносоставная совокупность определенного класса способностей личности, необходимых для выполнения конкретного вида исследовательской деятельности.*

Дидактические принципы эффективного формирования указанных способностей, дифференцируемые в соответствии с целями и методами обучения, обоснованы в работах таких педагогов, как А.И. Савенков, В.И. Андреев, А.Ю. Карлащук, Е.А. Острикова, А.Н. Поддьяков и др. Особое место в проблемном обучении в контексте личностно-ориентированного образования в действиях учащегося занимают самостоятельные способы познания и механизмы самоконтроля, имеющие специфические функции. В соответствии с этим педагог В.И. Андреев выделяет принцип самостоятельности, считая, что исследовательская деятельность должна опираться на использование «дидактических средств косвенного и перспективного управления» и быть направлена «на поиск объяснения и доказательства закономерных связей и отношений экспериментально наблюдаемых или теоретически анализируемых фактов, явлений, процессов, в которой доминирует самостоятельное применение приемов научных методов познания и в результате которой учащиеся активно овладевают знаниями, развивают свои исследовательские умения и способности» [1].

Важное место для повышения эффективности данного процесса обучения отводится в ряде работ принципам системности и непрерывности, поскольку, по мнению

ряда ученых, «выпадение» отдельных этапов исследования нарушает его логику и целостность. В итоге, опираясь на системный подход к обучению, педагог-математик А.Ю. Карлащук в свою очередь считает, что для развития у учащихся исследовательских умений преподавателю необходимо создание такой творческой среды, включающей систему условий и возможностей, которые бы отвечали поставленной цели обучения и развития таких, как:

1) целенаправленность и систематичность;
2) мотивированность;
3) учёт возрастных особенностей;
4) личность учителя [9].

Комплексный подход к формированию педагогических принципов повышения эффективности процесса формирования системы межпредметных интеллектуальных, ценностных и творческих качеств обучаемого обосновали в работе педагога А.И. Савенкова. Ученый выдел следующие основополагающие принципы повышения эффективности методики формирования исследовательских умений:

1) широкая трактовка понятия «исследование»;
2) межпредметность;
3) преимущественная опора на тренинговые занятия;
4) самостоятельная ценность общих исследовательских умений и навыков [15].

Обоснованность таких принципов для вузовского обучения также, на наш взгляд, очевидна. Так, принцип межпредметности и «широкая трактовка», по нашему мнению, должен быть направлен на развитие у студентов обобщенных умений и навыков исследовательского поиска, позволяя педагогу применить комплекс интенсивных технологий, системно развивая у студентов необходимые умения и навыки. Для традиционного подхода, принятого в частных методиках, характерно рассмотрение проблемы развития исследовательских умений и навыков как интегративной задачи, актуализирующейся лишь при изучении одной дисциплины. В данном подходе к формированию исследовательских способностей, сформулированном А.И. Савенковым, особенно ценен и актуален, на наш взгляд, принцип самостоятельной ценности общих исследовательских умений и навыков. В исследовании педагога Е.А. Остриковой сформулирован, по нашему мнению, еще один важный принцип организации учебно-исследовательской работы обучаемых с точки зрения средового обучения – «субъектное взаимодействие учителя и учащегося на основе самостоятельности и самоуправления» [13].

В результате, предметно уточняя и обобщая работы указанных ученых в соответствии с межпредметной целью обучения, ориентированной на формирование геометро-графических умений, определим следующий основополагающий *комплекс дидактических принципов эффективного формирования межинтегративных исследовательских способностей:*

*1) проблемность;*
*2) межпредметность;*
*3) критичность, на основе существующей системы общекультурных и национальных ценностей;*
*4) самоорганизация;*
*5) системность;*
*6) адекватность уровню знаний содержания заданий;*
*7) инновационно- и культурно-ориентированная личность преподавателя.*

В соответствии с данными принципами исследовательские умения в геометро-графической межинтегративной сфере, ориентированной на формирование культуры, на наш взгляд, есть интеграция разного типа умений. Опираясь на классификацию В.Я. Лернера, М.В. Груздевой [7, 8] и М.В. Лагуновой [11] и ее предметно уточняя, *под сущностью «исследовательские межинтегративные умения» в геометро-графической сфере нами понимается система понятийно-процессуальных, творческо-интеллектуальных и ценностно-ориентационных развитых способностей будущих инженеров по решению конструктивных и аналитических задач средствами графических информационных технологий.*

Методика реализации указанных принципов, предлагаемая многими авторами, опирается на понимание структуры данного понятия в контексте последовательности выполняемых действий обучаемого. Естественнонаучная трактовка структуры понятия «исследовательские умения» была расширена педагогом А.И. Савенковым. Теоретической основой для этого стала «цепочка» или система мыслительных действий по «поиску истины» и созданию нового знания обучаемого как интеллектуального продукта. В результате под общими исследовательскими умениями и навыками большинством педагогов понимается следующий системный комплекс аналитических и синтетических способностей обучаемого:

1) видеть проблемы;
2) задавать вопросы;

3) выдвигать гипотезы;
4) давать определения понятиям;
5) классифицировать;
6) сравнивать;
7) наблюдать;
8) проводить эксперименты;
9) делать выводы и умозаключения;
10) устанавливать причинно-следственные связи;
11) структурировать материал;
12) работать с текстом;
13) доказывать и защищать свои идеи.

В свою очередь, каждое из этих умений также является составным и может быть разложено на более простые.

Анализ указанных методик формирования исследовательских умений показал следующие недостатки:

1) отсутствие системности и межинтегративности в последовательности формирования умений, определяемых типами проблемных ситуаций и их учебными результатами;

2) отсутствие комплексности, выражающееся в отказе от воспитательной составляющей и ориентация на реализацию только лишь образовательных задач.

Таким образом, заявленные данными педагогами эффективные дидактические принципы развития исследовательских способностей плохо соотносятся с методикой, т.е. с практикой. Для устранения данных недостатков и опираясь на сущность и структуру учебной деятельности в геометро-графической сфере, включающей процесс формообразования, преобразования и оптимизации информационных моделей, для формирования определенного нами комплекса способностей (понятийно-процессуальных, творческо-интеллектуальных и ценностно-ориентационных) необходимо, на наш взгляд, ввести следующую предметно-ориентированную структуру понятия «межинтегративная исследовательская деятельность», включающую следующие уровни:

*1. Постановка задачи.*

*2. Изучение теории по данной тематике.*

*3. Выдвижение гипотезы.*

*4. Построение межинтегративных информационных геометро-графических моделей в соответствии с выбранными параметрами.*

*5. Анализ параметров построенной модели и процесса ее формообразования методом абстрагирования от геометрических характеристик.*

*6. Защита обобщенного проекта.*

Выдвижение гипотезы может происходить в следующих направлениях:

а) оптимизация геометрических и функциональных параметров проектируемых и реконструируемых моделей объектов или их элементов в соответствии с СПДС;

б) оптимизация процесса формообразования электронных геометрических и графических моделей строительных объектов или их элементов, т.е. оптимизация способа действия (последовательность + состав + средства);

в) повышение качества эстетических характеристик моделируемых объектов в соответствии с национальными и многонациональными предпочтениями. Приведем пример задания на формирование указанных умений в соответствии данной структурой по гипотезе б).

*Задание.* Сконструировать и проверить оптимальную унифицированную структуру хранения информационных моделей реконструируемых или утраченных объектов национальной архитектуры средствами технологии Автокад. Электронная структура должна содержать атрибутивную текстовую, графическую и геометрическую информацию об объекте. *Решение* осуществлялось в несколько этапов:

1) поиск и отбор информации;
2) формирование общего подхода;
3) конструирование электронного унифицированного ресурса;
4) оценка результатов.

Для конструирования общего подхода (паспорта) к созданию элемента информационной базы данных утраченных объектов архитектуры были проанализированы работы архитекторов Е.М. Волковой [4, 5], Е.М. Батюты [2, 3] и др. в области реконструкции исторических объектов, а также возможности технологии Автокад по созданию атрибутивных и динамических библиотек. В результате была определена структура и содержание атрибутов электронного ресурса, содержащих текстовую и графическую информацию об объекте:

1) архивные и современные фотографии;
2) наименование;
3) время постройки;
4) даты проведенной реконструкции и сноса;
5) местонахождение (в том числе с привязкой к современной ситуации);
6) историческая справка;
7) описание архитектурных и конструктивных особенностей объекта;
8) рабочие чертежи объекта (планы, фасады, разрезы и т.д.);
9) 3D-модели объекта.

Проверка гипотезы осуществлялась на примере конструирования паспорта Феодоровской (Романовской) церкви (г. Вятка). Первоначальные данные для создания паспорта объекта были отобраны из журнала «Герценка: Вятские записки», содержащего архивные справки и графические сведения [6].

## Заключение

Методика формирования исследовательских межинтегративных способностей будущих инженеров, реализующая уточненные нами дидактические принципы и структуру исследовательской деятельности, направлена на создание способствующих развитию продуктивных качеств будущего инженера условий и возможностей таких, как:

1) освоение межинтегративных методов исследования и конструирования;

2) развитие широкого мировоззрения, основанного на синтезе гуманитарных, общеобразовательных и естественнонаучных дисциплин, приводящего к познанию окружающего мира и действительности в целом;

3) творческое применение полученных обобщенных знаний и умений в реализации собственных архитектурных и конструктивных решений средствами компьютерных технологий.

В соответствии с такой методикой в ННГАСУ нами разработаны исследовательские проекты.

По итогам данных проектов студентами были опубликованы статьи в сб. «Фестиваль Науки», ННГАСУ, г. Нижний Новгород (2014–2016 гг.), Всероссийской конференции г. Ярославль (2016, ЯГТУ), Международной конференции г. Новосибирск и г. Брест (СИБСТРИН, БГТУ, 2016, 2017 гг.), Всероссийской конференции, г. Москва, РАЕ (2016 г.) и др. Данное участие студентов в учебно-исследовательской работе вуза, на наш взгляд, является эффективным способом перехода: во-первых, от репродуктивного способа обучения к творческому; во-вторых, от предметной деятельности к обобщенной и ценностно-осознанной; в-третьих, от деятельности «научения» к деятельности самостоятельного развития.

## Список литературы


1. Андреев В.И. Педагогика высшей школы: учебник для вузов. – М.: Изд-во ММИЭИФП, 2002. – 264 с.

2. Батюта Е.М. Применение инженерной графики в архитектурном проектировании // Великие реки, 2010: сб. тр. 12-го Междунар. науч.-пром. форума в 2 т. / Нижегор. гос. архитур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2011. – С. 387–388.

3. Батюта Е.М. Основы архитектурной композиции. Макетирование: учебное пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 83 с.

4. Волкова Е.М. Этапы формирования графической культуры студентов специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» // Великие реки, 2016: сб. тр. 18-го Междунар. науч.-пром. форума в 3 т. / Нижегор. гос. архитур.-строит. ун-т. – Н. Новгород, 2016. – С. 96–99.

5. Волкова Е.М. Технический рисунок. Инженерная графика: учебное пособие. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – 179 с.

6. Герценка: Вятские записки: науч.-попул. альм. / Департамент культуры и искусства Киров. обл., Киров. гос. универс., обл. науч. б-ка им. А.И. Герцена. – Киров: Киров. ОУНБ им. А.И. Герцена, 2007. – Вып. 11. – 239 с.

7. Груздева М.Л., Свинухова М.Ю. Использование информационных технологий для формирования профессиональной мобильности выпускников вузов // Вестник Северо-Кавказского гуманитарного института. – 2013. – № 1 (5). – С. 219–223.

8. Груздева М.Л., Червова А.А. Экономические и инженерные расчеты в среде Mathcad: учебное пособие для студентов вузов обучающихся по специальности 050501.18 – Проф. обучение (экономика и управление). – Н. Новгород: Изд-во ВГИПУ, 2006. – 8 с.

9. Карлащук А.Ю. Развитие исследовательских умений и навыков с помощью задач с параметрами // Математическое образование: современное состояние и перспективы: тезисы докл. Междунар. науч. конф. – Могилев: МГУ, 1999. – С. 136–137.

10. Колмогоров А.Н. О профессии математика. – М.: МГУ, 1988. – 32 с.

11. Лагунова М.В. Обобщенный эвристический алгоритм в практике обучения студентов конструированию // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Социальные науки. – 2015. – № 1(37). – С. 222–227.

12. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 18 янв. 2006 г., № 232–ФЗ. – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64631/ (дата обращения: 05.05.2017).

13. Острикова Е.А. Психолого-педагогические основы формирования исследовательских умений и навыков школьников // Молодой ученый. – 2012. – № 10. – С. 358–361.

14. План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс]: приказ Минстроя России от 29 декабря 2014 г., № 926/пр. – Режим доступа: URL: http://www.minstroyrf.ru/docs/2663/ (дата обращения: 03.05.2017).

15. Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению. – М.: Ось-89, 2006. – 480 с.

16. Успенский В.В. Школьные исследовательские задачи и их место в учебном процессе: автореф. дис. … канд. пед. наук. – М., 1997. – 20 с.