



АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XX МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
Г. БЕЛГОРОД, 30 НОЯБРЯ 2016 Г.



2016 № 11-3  
ISSN 2413-0869

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**2016 • № 11, часть 3**

**Периодический научный сборник**

*по материалам  
XX Международной научно-практической конференции  
г. Белгород, 30 ноября 2016 г.*

**ISSN 2413-0869**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

2016 • № 11-3

### **Периодический научный сборник**

**Выходит 12 раз в год**

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-65905 от 06 июня 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

### **Учредитель и издатель:**

ИП Ткачева Екатерина Петровна

**Главный редактор:** Ткачева Е.П.

**Адрес редакции:** 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

**Телефон:** +7 (919) 222 96 60

**Официальный сайт:** issledo.ru

**E-mail:** mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

*По материалам XX Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 30 ноября 2016 г.).*

### **Редакционная коллегия**

*Духно Николай Алексеевич*, директор юридического института МИИТ, д.ю.н., проф.

*Васильев Федор Петрович*, профессор МИИТ, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

*Датий Алексей Васильевич*, главный научный сотрудник Московского института государственного управления и права, д.м.н.

*Кондрашихин Андрей Борисович*, профессор кафедры экономики и менеджмента, Институт экономики и права (филиал) ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений» в г. Севастополе, д.э.н., к.т.н., проф.

*Тихомирова Евгения Ивановна*, профессор кафедры педагогики и психологии Самарского государственного социально-педагогического университета, д-р пед. наук, проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ

*Алиев Закир Гусейн оглы*, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики, к.с.-х.н., с.н.с., доц.

*Стариков Никита Витальевич*, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, к.с.н.

*Ткачев Александр Анатольевич*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

*Шаповал Жанна Александровна*, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>6</b>
<i>Авдеев П.И.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА .....	6
<i>Акчурина В.А., Фатыхов М.А.</i> ОБЪЕМНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ ПАРАФИНОВЫХ ПРОБОК В ТРУБЕ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ .....	8
<i>Архинов П.В., Попов В.Ю., Янюшкин А.С.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ .....	13
<i>Бирюлин В.И., Куделина Д.В.</i> ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКА НА СОСТОЯНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ .....	18
<i>Бобрикова И.Г., Ледовой Э.А., Шахлевич Е.С.</i> ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ЦИНКА ИЗ БЕЗАММОНИЙНОГО СЛАБОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА .....	21
<i>Булдакова А.А., Бызова А.К., Самарина А.А., Клюкин В.Э.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА ПУТИ ПО АЛГОРИТМУ A* .....	26
<i>Винокурова И.М., Коротов В.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	28
<i>Винокурова И.М., Иванова Д.Э.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО АНОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ .....	33
<i>Винокурова И.М., Жиленко В.А.</i> ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ, СКЛОННЫХ К ПАССИВАЦИИ .....	38
<i>Герасимов Д.В., Базарова Е.А.</i> СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНЕЙНОЙ АРМАТУРЫ NILED И ENSTO .....	43
<i>Домрачева А.Б., Щедромирский С.В.</i> ПОИСК СООТВЕТСТВЕННЫХ ТОЧЕК НА РАЗНОВРЕМЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОБЪЕКТА .....	46
<i>Ершова И.Г., Ершов М.А., Поручиков Д.В.</i> ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩАХ .....	49
<i>Ершова И.Г., Ершов М.А., Поручиков Д.В.</i> ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛООВОГО НАСОСА .....	51
<i>Ершова И.Г., Ершов М.А., Поручиков Д.В.</i> ЭКОУСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ .....	53
<i>Клюкин В.Э., Плотников В.Ю.</i> РЕШЕНИЕ МАРШРУТНЫХ ЗАДАЧ В НЕСТАЦИОНАРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДИСКРЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ .....	56
<i>Кондратенко А.Г.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ .....	59
<i>Конев А.А., Пенелев А.М.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПУТИ В ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ .....	64
<i>Куделина Д.В., Бирюлин В.И.</i> НЕЧЕТКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ .....	65
<i>Мартынюк П.П.</i> ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ ЯКУТИИ .....	68

<i>Полянский А.Р., Лега С.В.</i> РДМТ НА КОМПОНЕНТАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	73
<i>Пыльчигин И.З.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СФОРМИРОВАННЫХ ИЗ ДВП.....	77
<i>Семенов Е.А., Гапон Н.В., Марчук В.И., Воронин В.В.</i> АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К КОМПЛЕКСИРОВАНИЮ ДАННЫХ СЕНСОРОВ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА СВЕТА С ДАННЫМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ОТ ДВУМЕРНЫХ ИЛИ ТРЕХМЕРНЫХ СЕНСОРОВ ИНОЙ ПРИРОДЫ .....	80
<i>Синёнков Д.В., Дёмин С.Б.</i> ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АГРЕГАТА.....	83
<i>Синёнков Д.В., Дёмин С.Б.</i> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ОКОН БУНКЕРА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК.....	87
<i>Синёнков Д.В., Дёмин С.Б.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК.....	91
<i>Филина О.А., Аскаков Ф.Ф., Галиуллин Д.Р., Пасечник С.В.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ГПС .....	96
<i>Худков Н.И., Клюкин В.Э.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТНЫХ ЗАДАЧ В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ПРОБЛЕМНОЙ СРЕДЕ В 1 МЛН. ДИСКРЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ УСПЕШНО РЕШЕНА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ АГЕНТОМ .....	98
<i>Черствов А.А., Фридендер Г.В.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ПЛАВСРЕДСТВА И ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА, ВКЛЮЧАЯ ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА .....	101
<i>Шуваев П.В., Медведев А.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	103
<i>Шуваев П.В., Мишанин А.С.</i> ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ И ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ.....	107
<b>СЕКЦИЯ «ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ».....</b>	<b>110</b>
<i>Амамбаева Н.С., Коржанова А.А.</i> КУЛЬТУРА ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА, СОВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ .....	110
<i>Андреева Е.А.</i> СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ БАНКОВ В ВЯТСКОЙ ГУБЕРНИИ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА .....	113
<i>Давыдов А.А.</i> ГЛАДИАТОРСКИЕ БОИ В РЕСПУБЛИКАНСКОМ РИМЕ: ОТ РИТУАЛА К ЗРЕЛИЩУ .....	116
<i>Доброштан В.М.</i> О СИНКРЕТИЧНОСТИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ И НРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ .....	119
<i>Долгушина Л.А.</i> РЕЛИГИЯ ДРЕВНИХ СЛАВЯН: ОСОБЕННОСТИ, ТРАДИЦИИ И ОБЫЧАИ.....	126
<i>Крюкова А.А.</i> РУССКАЯ КУЛЬТУРА И ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО: К ПРОБЛЕМЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕ ...	128

<b>Пронина А.Ф.</b> «ТОККАТИНА – КОЛЛАЖ» ИЗ «ПОЛИФОНИЧЕСКОЙ ТЕТРАДИ» РОДИОНА ЩЕДРИНА: ТРАДИЦИИ И НОВАТОРСТВО .....	130
<b>Семенченко Е.В.</b> ДЖАЗОВАЯ ИМПРОВИЗАЦИЯ. ПОНЯТИЕ, ЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ .....	133
<b>Строй Л.Р., Малащук Н.В.</b> ВЛИЯНИЕ ХУДОЖНИКА В.И. СУРИКОВА НА СТАНОВЛЕНИЕ ПРАЗДНИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА.....	138
<b>Федина О.В., Маленко С.А.</b> ФЕНОМЕН САКРАЛЬНОГО В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ.....	141

## СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Авдеев П.И.*

студент 2 курса магистратуры кафедры «Прикладная и бизнес-информатика», Пензенский казачий институт технологий (филиал) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», Россия, г. Пенза

В данной научной статье рассмотрены основные преимущества использования беспилотных летательных аппаратов для сельского хозяйства. Перечислены технические характеристики полетного контроллера ArduPilot Mega и его основные преимущества перед конкурентами.

*Ключевые слова:* полетный контроллер, мультикоптер, сельское хозяйство, полетный контроллер ArduPilot Mega, БПЛА.

Повышенный спрос на использование беспилотных летательных систем предъявляет сегодня сельское хозяйство. Необходим контроль за сельскохозяйственными посадками, так как возникают дефекты при посеве, такие как проплешины, гибель урожая после засухи или затопления. В таких случаях большинство оценок делается наземным путем при помощи выезда на поля экспертной группы. С плоскости невозможно полностью оценить весь масштаб происшествия, поэтому для ускорения этого процесса необходимо использовать аэрофотосъемку с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Беспилотный летательный аппарат – это устройство, не имеющий на своем борту пилота и способен перемещаться в пространстве для выполнения задач в автономном режиме.

Применение БПЛА для сельского хозяйства помогает решать следующие задачи:

- ведение мониторинга состояния посевных культур;
- контроль качества сбора урожая;
- охрана посевов от кражи;
- экономическая оценка;
- учет сельскохозяйственных угодий;
- планирование посевных работ по производственным участкам;
- контроль объема и качества проведения полевых работ и т.п. [2, 3]

Для применения беспилотников в сельском хозяйстве используются многие виды БПЛА. Особое место занимают мультикоптеры. Мультикоптер – это летательный аппарат вертикального взлета, с 3, 4 и более несущими винтами. Например, мультикоптеры используются австралийскими ковбоями для того, чтобы пасти коров. Они заменяют пастушьих собак. Мультикоптер осматривает стадо сверху, а потом спускается ниже и атакует, слегка касаясь коровьих спин. Животные бегут вперед, в нужном направлении.

Система управления мультикоптера называется полетным контроллером и является «мозгом» летательного аппарата. В настоящее время существует большое количество типов полетных контроллеров для мультикоптеров: MultiWii, ArduCopter, ArduPilot Mega (APM), Rabbit, DJI Naza Lite и др. Особое внимание уделяется полетному контроллеру ArduPilot Mega (APM).

Полетный контроллер ArduPilot Mega является полноценным решением БПЛА, который позволяет помимо радиоуправляемого дистанционного пилотирования – автоматическое управление по заранее созданному маршруту, т.е. полет по точкам, а так же обладает возможностью двухсторонней передачей телеметрических данных с борта на наземную станцию (телефон, планшет, ноутбук, DIY).

Основными техническими характеристиками системы являются:

- 3-осевой гироскоп, акселерометр, магнитометр и высокоточный барометр;
- удержание позиции по GPS, полет по точкам и возврат на точку старта;
- возможность использования инфракрасного датчика для обхода препятствий;
- собственная система стабилизации для камеры (функция контроллера подвеса).

Основными преимуществами полетного контроллера Ardupilot Mega перед другими видами контроллеров является:

- низкая цена;
- полноценный автопилот;
- возможность установить до 166 полетных точек;
- редактирование маршрута в полете;
- беспроводная конфигурация настроек;
- поддержка Geo – Fence (защита от улета в виде виртуального забора);
- открытый исходный код кода и ПО;
- открытый протокол обмена данными;
- поддержка OSD телеметрии (наложение на видеопередачу телеметрических данных) используя протокол MAVLINK [1].

При помощи мультикоптеров можно оценивать объем работ и вести постоянный контроль их выполнения, определять границы и площади участков, где выполнялись сельхозработы. Так же выполнять облет полей для контроля работы наемного персонала. Производить мониторинг нахождения и использования сельскохозяйственной техники, в частности появляется возможность оперативного реагирования на качество работы механизаторов, при помощи мониторинга путей прохождения техники по полю. Полетный контроллер Ardupilot Mega является на сегодня самым многофункциональным и недорогим контроллером на рынке.



### Список литературы

1. «ArduPilot Mega 2.6 – беспилотная система» [Электронный ресурс]. – <http://www.ardupilot-mega.ru>. – (дата обращения 15.11.2016).
2. «Использование БПЛА для сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – <http://www.rusgeo.com> – (дата обращения 16.11.2016).
3. «Сельское хозяйство и беспилотники» [Электронный ресурс]. – <http://www.robotrends.ru/robopedia/selskoe-hozyaystvo-i-bespilotniki> – (дата обращения 16.11.2016).

## ОБЪЕМНОЕ ПЛАВЛЕНИЕ ПАРАФИНОВЫХ ПРОБОК В ТРУБЕ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

**Акчурина В.А.**

доцент кафедры управления и сервиса в технических системах, к.ф-м.н.,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Россия, г. Уфа

**Фатыхов М.А.**

профессор кафедры общей и теоретической физики, д.ф-м.н.,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
Россия, г. Уфа

Проводятся расчёты процесса нагрева и расплавления пробки из твёрдых отложений в трубопроводе воздействием одного из типов электромагнитных волн, способных распространяться в нем, как в круглом волноводе. Предполагается, что источник электромагнитных волн движется. Это позволяет избегать перегрева среды в одних точках и расплавлять твёрдые отложения по всей длине пробки. При воздействии на среду рассмотренным типом волн получают сложные конфигурации распределения тепловых источников и температуры, особенно в случае движущегося источника электромагнитных волн.

*Ключевые слова:* трубопровод, диэлектрик, электромагнитная волна, парафиновые отложения.

Рациональнее всего добытые углеводороды – нефть, газ и т.д. – отправлять по месту их назначения не автомобильным или железнодорожным транспортом, а с помощью трубопровода. Летом транспортировка углеводородов проблем не создаёт, но в холодное время года на стенках трубопроводов образуются осадки – парафины, парафиногидраты и т.д. Обычно для удаления отложений используют горячую воду или пар, химические и механические средства. Но все они технически сложны, требуют больших финансовых затрат и загрязняют окружающую среду. Требуется разработка каких-то иных способов очистки трубопроводов – менее сложных, затратных и экологически безопасных [9, 10, 13, 19].

Таким способом может оказаться нагрев и расплавление отложений, иногда полностью закупоривающих нефтепровод, энергией электромагнитных (ЭМ) волн, которая вследствие диэлектрических потерь и потерь за счёт конечной электропроводности металлов труб преобразуется в тепловую

энергию. Интенсивнее всего преобразование ЭМ энергии в тепловую энергию происходит в диапазоне высокочастотных (ВЧ) волн. Физические основы, техника и технология передачи электромагнитной энергии по скважине, результаты экспериментальных и теоретических исследований ВЧ ЭМ технологии расплавления отложений описаны в ряде работ [1-23].

Коаксиальная линия передачи – это, например, скважина, в которой внутренним и внешним проводом могут служить насосно-компрессорная труба (НКТ) и обсадная колонна, если, конечно, они не касаются между собой. Если они касаются, то ЭМ энергия может быть передана по внутренней полости НКТ. В таком случае НКТ является в электродинамическом отношении круглым волноводом. Нефтепровод и газопровод тоже являются круглым волноводом.

В круглом волноводе могут распространяться только волны типа  $E$  или  $H$ . Если нефтепровод имеет небольшой радиус, в нём могут распространяться ЭМ волны только очень большой частоты, которые из-за сильного поглощения ЭМ энергии, средой, быстро затухают. Поэтому среда греется крайне неравномерно. В одних точках может быть сильный перегрев и большие потери тепла в окружающую нефтепровод среду. В других точках наоборот, не достаточный для расплавления среды, нагрев. Вследствие этого разрушение пробки может быть только на небольшую глубину. Поэтому предлагается их разрушать с помощью движущегося источника ВЧ ЭМ волн. В этом способе источник ВЧ ЭМ излучения передвигается по мере расплавления среды и появления возможности перемещения. Разрушение диэлектрической пробки, каковой является парафин, получается более эффективным.

В волноводе возможно распространение многих типов волн, но не все из них легко могут быть возбуждены, особенно, если это касается источника ЭМ волн, проталкиваемого вглубь трубопровода, да ещё в расплавленную среду. Необходимо изучение всех возможных вариантов. В данной работе рассмотрен случай распространения в волноводе волны, типа  $E_{11}$ , у которого наименьшая критическая частота.

В данной работе представлены результаты комплексных исследований процесса расплавления твердых отложений волной типа  $E_{11}$  с применением технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента. У рассматриваемой волны цилиндрическая составляющая напряженности ЭМ поля  $H_z=0$ ,  $\mu_{11}=3,832$ ;  $\lambda_{кр}=1,64 \cdot R$ .

Электромагнитное поле имеет три составляющих напряженности электрического поля  $E_r$ ,  $E_\varphi$  и  $E_z$ . Они и определяют распределение тепловых источников, т.к. плотность тепловых источников пропорциональна сумме квадратов напряженности электрических составляющих ЭМ поля. Используя форму написания выражения плотности тепловых источников для неподвижного источника работы, получаем [13]:

$$Q_0 = \frac{\varepsilon_0''}{\pi \operatorname{Re}(k_z \varepsilon_0)} \frac{\mu_n^2}{R^4} P \times \left[ \frac{|k_z|^2 R^2}{\mu_n^2} \left( J_0 \left( \mu_n \frac{r}{R} \right) - \frac{R}{r \mu_n} J_1 \left( \mu_n \frac{r}{R} \right) \right)^2 \cos^2 \varphi + \frac{|k_z|^2 R^4}{r^2 \mu_n^4} J_1^2 \left( \mu_n \frac{r}{R} \right) \cdot \right. \\ \left. \cdot \sin^2 \varphi + J_1^2 \left( \mu_n \frac{r}{R} \right) \cos^2 \varphi \right]. \quad (1)$$

Здесь  $P$  – мощность источника ЭМ волн.

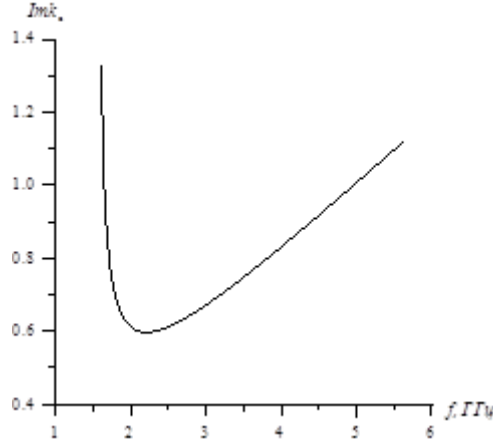


Рис. 1. Мнимая часть продольного волнового числа, как функция частоты для металлического цилиндрического волновода, заполненного парафином

На рис. 1 приведена зависимость мнимой части продольного волнового числа  $k_z''$  от частоты ЭМ поля. Критическая частота  $E_{11}$  волны для рассматриваемого цилиндрического волновода с радиусом  $R=0,0775$  м –  $f_0 \approx 1,556 \cdot 10^9$  Гц. Мнимая часть продольного волнового числа имеет минимум  $k_z'' \approx 0,5967$  м<sup>-1</sup> на частоте  $f \approx 2,2 \cdot 10^9$  Гц.

Как видно из выражения (1), распределения электрических составляющих напряженности ЭМ поля и плотности тепловых источников у этого типа волны 3-мерные. На рис. 2 приведены распределения плотности тепловых источников  $Q(r, \varphi, z=0)$ , нормированных на мощность источника ЭМ волн, в поперечном сечении волновода.

При проведении вычислительного эксперимента использовались параметры высокопарафинистой нефти, указанные в работах [1-4]. Задача решалась неявным методом переменных направлений с равномерной прямоугольной сеткой. Из сравнения сделанных рисунков для различных частот видно, что на частоте ЭМ поля  $f=3 \cdot 10^9$  Гц наблюдается ещё большая равномерность распределения температуры в поперечном сечении волновода, чем на частоте ЭМ поля  $f=2 \cdot 10^9$  Гц. В отличие от частот  $f=1,6 \cdot 10^9$  и  $2 \cdot 10^9$  Гц, на частоте ЭМ поля  $f=3 \cdot 10^9$  Гц наибольшая равномерность распределения температуры по радиусу волновода наблюдается при угле  $\varphi=0$ , а не при  $\varphi=90^\circ$ .

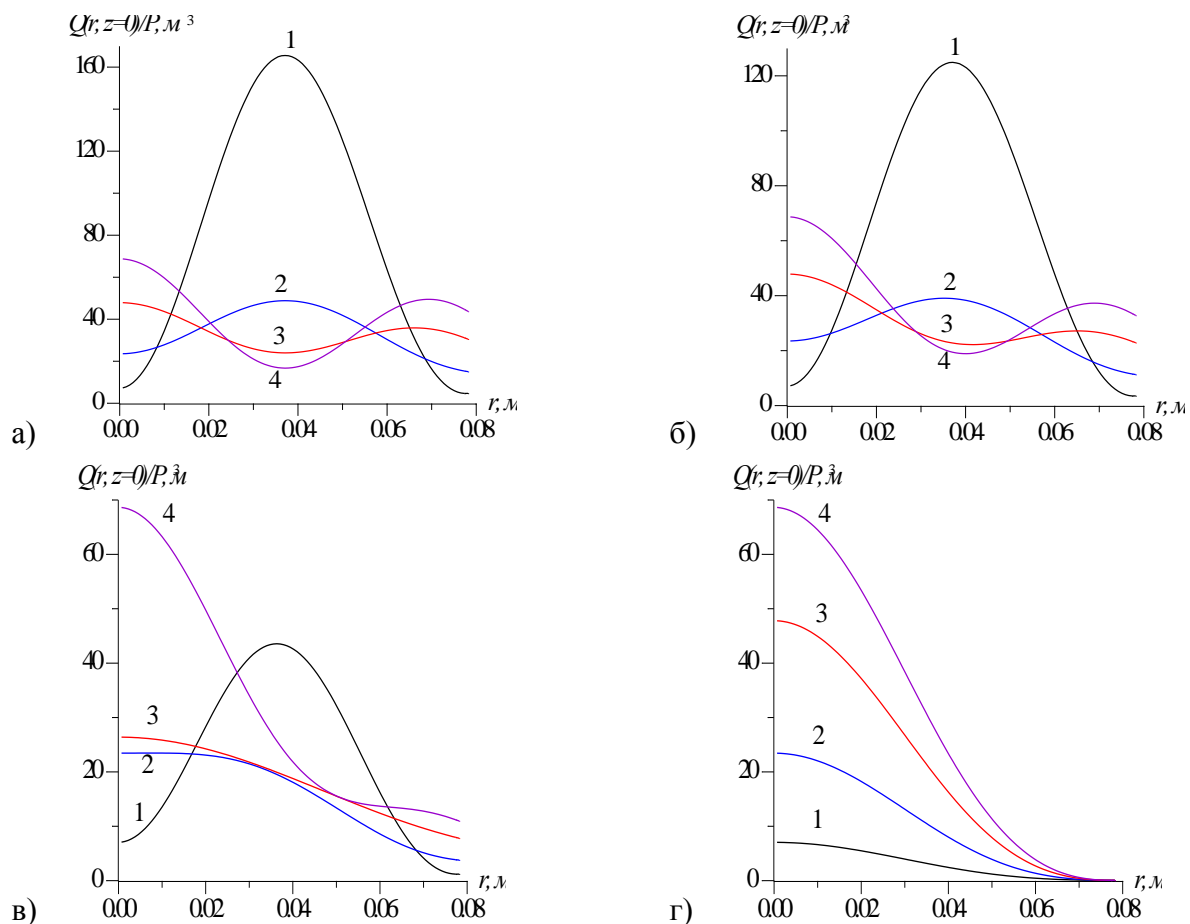


Рис. 2. Поперечное распределение плотности мощности тепловых потерь при а)  $\varphi=0$ , б)  $\varphi=30^\circ$ , в)  $\varphi=60^\circ$ , г)  $\varphi=90^\circ$ , нормированной на мощность источника в цилиндрическом волноводе, заполненном парафином  $f, 10^9$  Гц: 1 – 1,6; 2 – 2; 3 – 3; 4 – 4

Регулированием частоты генератора ЭМ волн можно выбирать, как удалять парафиновую пробку – максимально быстро расплавить парафин по всей длине пробки, если останется нерасплавленный парафин возле стенок волновода при каких-то углах  $\varphi$ , то затратив больше времени, расплавить всю парафиновую пробку. Возможность регулирования частоты генератора ЭМ волн позволяет значительно повысить эффективность удаления твёрдых отложений в трубопроводах.

Возможно, после максимально быстрого расплавления парафина по всей длине пробки, отключить генератор ЭМ волн, а оставшийся возле стенок трубопровода парафин удалить более простым способом, например, закачкой какого-нибудь растворителя.

#### Список литературы

1. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Расплавление твердых отложений в трубопроводах движущимся источником электромагнитного поля // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. № 6. С. 60-68. URL: [http://ogbus.ru/authors/AbdullinaVA/AbdullinaVA\\_1.pdf](http://ogbus.ru/authors/AbdullinaVA/AbdullinaVA_1.pdf). (дата обращения: 03.07.2014).
2. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Электромагнитный способ плавления парафина в трубе // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2012. № 7. С. 25-28.

3. Акчурина В.А., Фатыхов М.А. Исследование многофазной среды в высокочастотном электромагнитном поле // В сборнике: Новые задачи технических наук и пути их решения. Сборник статей международной научно-практической конференции. Уфа, 2016. С. 8-12.
4. Акчурина В.А. Нагрев и разрушение отложений в нефтепроводах движущимся источником электромагнитного излучения // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1, том 7. С. 129-133.
5. Балакирев В.А., Сотников Г.В., Ткач Г.В., Яценко Т.Ю. Разрушение асфальто-парафинистых отложений в нефтяных трубопроводах движущимся источником высокочастотного электромагнитного излучения // Журнал технической физики. 2001. Т. 41. Вып. 9. С.1 – 8.
6. Кислицын А.А. Численное моделирование высокочастотного электромагнитного прогрева диэлектрической пробки, заполняющей трубу // Журнал прикладной механики и технической физики. 1996. Т. 37, N 3. С. 75-82.
7. Оборудование для добычи высоковязкой нефти из скважины: Патент №1448784. А.с. СССР / М.А.Фатыхов, Н.Ш.Имашев., Ф.Л. Саяхов, И.С. Хакимов. Заявл. 07.01.85; опубл. Б.И. № 44. 1989. 7 с.
8. Саяхов, Ф.Л., Фатыхов М.А., Кузнецов О.Л. Исследование электромагнитно-акустического воздействия на распределение температуры в нефтеводонасыщенной горной породе // Изв. ВУЗов: Нефть и газ. 1981. № 3. С. 36-43.
9. Способ добычи полезных ископаемых: патент № 1824983. Рос. Федерация // М.А. Фатыхов, Л.А.Ковалева, Ф.Л.Саяхов, Г.А.Халиков. Заявл. 31.12.89. 5 с.
10. Способ электродепарафинизации скважин: патент №1314756. А.с. СССР / М.А. Фатыхов, Ф.Л. Саяхов, Н.Ш. Имашев. Заявл. 16.09.85; опубл. Б.И. № 35, 1989. 4 с.
11. Фатыхов М.А. Особенности нагрева плавления парафина в коаксиальной трубе высокочастотным электромагнитным излучением // Теплофизика высоких температур. 2002. Т.40. № 5. С. 802 – 809.
12. Фатыхов М.А. Сепарация углеводородной жидкости в высокочастотном электромагнитном поле // Электронная обработка материалов. 2002. № 6. С. 50-53.
13. Фатыхов М.А. Теплофизические особенности взаимодействия высокочастотного электромагнитного поля с многофазными средами: дис. ... д-ра. физ.-мат. наук: 01.04.14. Тюмень, 1997. 368 с.
14. Фатыхов М.А., Акчурина В.А. Математическое моделирование расплавления диэлектрической пробки, заполняющей трубу, движущимся источником электромагнитного излучения // Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10, №2. С. 31-37.
15. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я. Экспериментальное исследование разложения газогидрата в трубе при сверхвысокочастотном электромагнитном воздействии // Теплофизика высоких температур. 2005. Т.43. № 4. С. 612-617.
16. Фатыхов М.А. Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Выбор частоты электромагнитного воздействия на гидратопарафиновые отложения в подземном оборудовании скважин // Нефтепромысловое дело. 2007. № 7. С. 48-51.
17. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Предотвращение отложения парафина, солей и гидратов // Нефтепромысловое дело. 2007. № 7. С. 48-51.
18. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. Исследование коэффициента стоячей волны в высокочастотной токоведущей длинной линии с потерями // В мире научных открытий. 2013. № 6 (42). С. 272-82.
19. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. СВЧ электромагнитный метод плавления парафиновой пробки в разомкнутой коаксиальной линии // Инженерно-физический журнал, 2015, т.88, № 3. С. 697-702.
20. Хабибуллин И.Л., Фатыхов М.А., Ягудин М.С., Саяхов Ф.Л. Техника и технология теплового воздействия на пласт на основе электротермомеханических и электромагнитных эффектов // Изв. ВУЗов: Нефть и газ. 1992. №12. С. 33-42.

21. Чистяков С.И., Саяхов Ф.Л., Бабалян Г.А. О высокочастотном нагреве призабойной зоны скважины // Нефтяное хозяйство. 1970. № 10. С. 49-53.
22. Electric heat breaks parafins boosts production // Enhanced Recovery Week. 1989. 30.X. P.1- 2.
23. IROG to break parafins with electric heating in Kansas // Enhanced Recovery Week. 1988. 24. X. P. 2-3.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ<sup>1</sup>**

***Архинов П.В.***

доцент кафедры «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент,  
Братский государственный университет, Россия, г. Братск

***Попов В.Ю.***

доцент кафедры «Технология машиностроения», канд. техн. наук, доцент,  
Братский государственный университет, Россия, г. Братск

***Янюшкин А.С.***

зав. кафедрой «Технология машиностроения», д-р техн. наук, профессор,  
Братский государственный университет, Россия, г. Братск

Отмечены перспективы применения высокопрочных и труднообрабатываемых материалов при изготовлении изделий для различных отраслей промышленности. Обозначены проблемы, связанные с трудностями обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик при обработке таких материалов, особенно с применением алмазных абразивных инструментов на металлической связке. Рассмотрены преимущества электрохимических методов восстановления режущих свойств алмазных кругов. Проведен сравнительный анализ конструкций правящих катодов для реализации алмазной обработки высокопрочных материалов с непрерывной электрохимической правкой круга.

*Ключевые слова:* шлифование, алмазные круги, электрохимическая правка, высокопрочные материалы.

Расширение использования конкурентоспособных изделий из высокопрочных и труднообрабатываемых материалов в различных отраслях промышленности в качестве конструкционных материалов для изготовления износостойких деталей, узлов машин и механизмов, приборов и устройств с высокими статическими и динамическими нагрузками обуславливает необходимость совершенствования технологий для формирования качественных и эксплуатационных характеристик продукции [4].

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16-38-00123 мол\_а.

Наиболее распространенными способами окончательной обработки деталей машин является шлифование. В тоже время известно, что работоспособность абразивного инструмента снижается в процессе обработки и приводит к полной потере его режущих свойств, вследствие явления засаливания [1, 5...7]. Засаливание является одной из причин повышения трудоемкости на окончательных операциях в виду необходимости периодической правки инструмента для обеспечения требуемых параметров производительности и качества обрабатываемых изделий [11...13]. Особо актуальна эта проблема для инструментов на основе синтетических алмазов с металлической связкой, которые являются наиболее эффективными при обработке высокопрочных и композиционных материалов в производственных условиях [3, 8, 10]. В связи с этим, значительный интерес представляет исследование методов восстановления режущей способности алмазных кругов на металлической связке для решения проблемы засаливания при обработке высокопрочных материалов.

На производстве применяют различные способы восстановления режущих свойств и геометрической формы абразивных инструментов. В отношении алмазных шлифовальных кругов на металлической связке, следует отметить, что использование только электрохимических и электрофизических методов правки, а также совершенствование конструкций самих абразивных кругов позволяет достигать требуемой производительности и качества готовых изделий [2, 9, 16...18]. Непрерывная электрохимическая правка определяет постоянство режущих свойств алмазного круга с металлической связкой и может быть реализована за счет применения специального катода [14, 15]. При этом эффективность процесса правки, также будет определяться формой электрода-инструмента (правлящего катода) и электрическим режимом – плотностью тока правки.

Данная работа посвящена определению рациональной конструкции электрода-инструмента (правлящего катода), обеспечивающего эффективное использование алмазного инструмента с металлической связкой при обработке высокопрочных и композиционных материалов.

В качестве примера (рис., а) представлен шпиндельный узел шлифовального станка модели 3E711, определяющий способ реализации алмазного шлифования с непрерывной электрохимической правкой круга с использованием специального правящего катода. В данном случае, процесс правки заключается в электрохимическом разупрочнении металлической связки алмазного круга, которое препятствует образованию засаливания, обеспечивает своевременное высвобождение затупившихся или изношенных зерен и сохранение чистоты алмазоносного слоя.

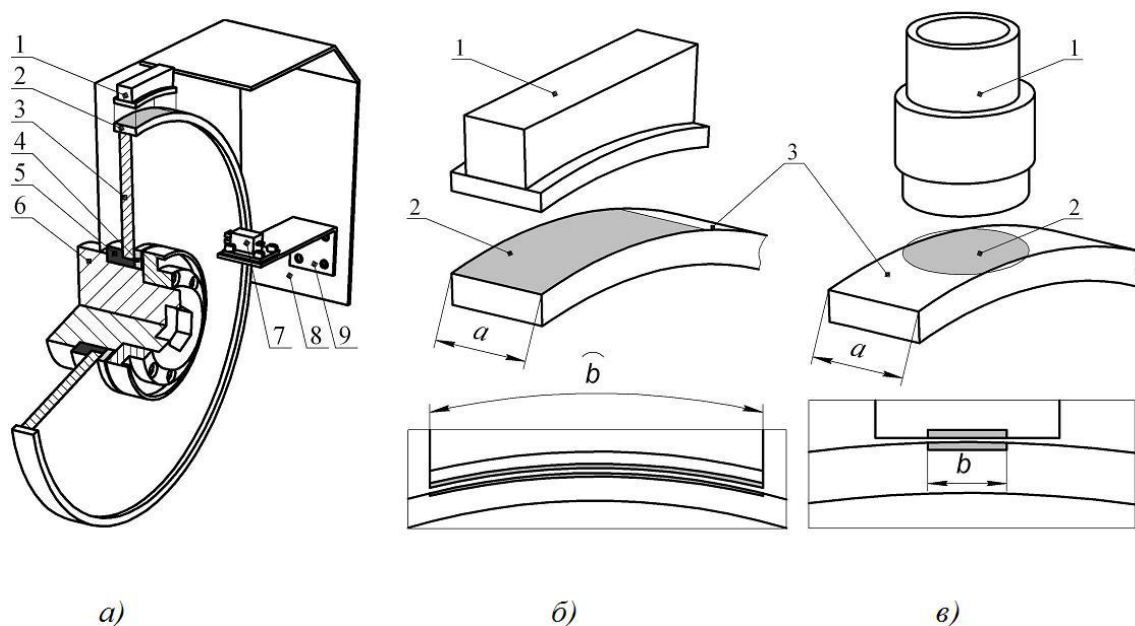


Рис. Схема реализации алмазного шлифования с непрерывной электрохимической правкой круга: а) – трехмерная модель; б) – сегментный правящий катод; в) – круглый правящий катод

Для реализации алмазного шлифования с электрохимической правкой требуется собрать электрическую схему, в которой необходимо обеспечить надежную изоляцию алмазного круга 3 от шпинделя станка 6 через диэлектрические вставки 4 и 5, а также специального токосъемника 7, установленного на защитном кожухе 8 через крепление 9 для предотвращения короткого замыкания в процессе обработки. Затем, алмазный круг 3 через токосъемник 7 подключается к положительному полюсу источника тока, а специальный катод 1 к отрицательному. Цепь правки замыкается через электролит, подаваемый в зазор между поверхностью круга 2 и правящим катодом 1, а обрабатываемая деталь остается электрически нейтральной.

Как отмечалось ранее, важным параметром процесса электрохимической правки является величина плотности тока правки  $i_{np}$  [А/см<sup>2</sup>], от которого зависят интенсивность удаления продуктов шлифования и засаленного слоя с поверхности круга, а также вольтамперные характеристики используемого источника тока.

Плотность тока правки определяется как отношение силы электрического тока от источника к площади правящего катода из выражения:

$$i_{np} = \frac{I}{S}, \text{ [А/см}^2\text{]} \quad (1)$$

где:  $I$  – сила тока в цепи правки, А;  $S$  – площадь рабочей поверхности правящего катода, см<sup>2</sup>.

Таким образом, величина плотности тока во многом зависит от формы правящего катода, а именно от его фактической контактной площади в зоне правки.

На рис. приведены возможные теоретические проекции 2 рабочей поверхности сегментного (рис., б) и круглого (рис., в) правящих катодов 1, а



также их фактические контактные площади на рабочей поверхности алмазного круга 3.

В случае круглого правящего катода, теоретическая площадь его проекции  $S_{\text{тп}}$  определится из выражения:

$$S_{\text{тп}} = \pi \cdot R^2, [\text{см}^2] \quad (2)$$

где:  $R$  – радиус правящего катода, мм.

Учитывая радиус самого алмазного круга, фактическая контактная площадь будет чрезмерно мала, и ее можно представить в виде проекции прямоугольника со сторонами  $a$  и  $b$  (рис., в) и определить из выражения:

$$S_{\text{фп}} = a \cdot b, [\text{см}^2] \quad (3)$$

где:  $a$  – ширина алмазного слоя, мм,  $b$  – длина проекции катода, мм.

Для сегментного правящего катода теоретическая проекция площади  $S_{\text{тп}}$  соответствует фактической, поскольку, в этом случае, длина дуги сегмента может быть задана с учетом радиуса алмазного круга и тогда фактическая площадь проекции определится из выражения:

$$S_{\text{тп}} = S_{\text{фп}} = a \cdot \widehat{b}, [\text{см}^2] \quad (4)$$

где:  $a$  – ширина алмазного слоя, мм;  $\widehat{b}$  – длина дуги контакта катода, мм.

Анализируя выражение (1) следует отметить, что величина плотности тока правки тем выше, чем меньше фактическая площадь контакта правящего катода. Однако, в виду высокой скорости вращения алмазного круга и постоянно изменяющейся длины проекции круглого катода, действительная величина плотности тока правки может отличаться от заданной, что приводит к снижению эффективности электрохимической правки круга, образованию засаленного слоя и потере его режущих свойств. Поддержание стабильности режущих свойств потребует повышения силы тока в цепи правки, при этом возможны эрозионные процессы, приводящие к повышенному расходу алмазных кругов на металлической связке.

Для сегментного катода фактическая проекция площади правящего катода остается постоянной, а действительная плотность тока правки соответствует заданной, что позволяет наиболее эффективно управлять процессом правки и обеспечить высокие режущие свойства алмазных кругов с металлической связкой.

Таким образом, проведенный анализ позволил выявить, что наиболее рациональной является конструкция сегментного правящего катода. Поскольку она дает возможность определить необходимые характеристики источника технологического тока и назначить требуемые электрические режимы, которые обеспечат стабильную электрохимическую правку алмазных кругов на металлической связке при обработке высокопрочных материалов с минимальными энергетическими затратами.

#### Список литературы

1. Архипов П.В., Янюшкин А.С., Ковалевский С.В. О природе засаливания шлифовальных кругов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. 2008. № 2. С. 169-174.

2. Архипов П.В., Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Совершенствование оборудования под процессы комбинированной обработки // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 2 (22). С. 32-37.
3. Гордон М.Б., Янюшкин А.С. Высокоэффективная электрохимическая обработка твердых сплавов в режиме самозатачивания алмазного круга и одновременного травления поверхности изделий // Вестник машиностроения. 1984. № 3. С. 12-14.
4. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Технология инструментального обеспечения производства изделий из композиционных неметаллических материалов: монография / Д.В. Лобанов, А.С. Янюшкин. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 296 с.
5. Попов В.Ю., Янюшкин А.С., Медведева О.И., Скиба В.Ю. Контактные процессы при алмазной обработке инструментальных материалов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 3 (23). С. 68-74.
6. Янюшкин А.С., Архипов П.В. Атомно-молекулярные процессы в зоне алмазного круга и обрабатываемого материала. Технология металлов. 2010. № 1. С. 25-33.
7. Янюшкин А.С., Архипов П.В., Торопов В.А. Механизм процесса засаливания шлифовальных кругов // Вестник машиностроения. 2009. № 03. С. 62-69.
8. Янюшкин А.С., Медведева О.И., Якимов С.А., Архипов П.В. О механизме разрушения зерен алмаза в процессе электроалмазного шлифования // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 1. С. 34-36.
9. Янюшкин А.С., Кудряшов С.М., Сивков Д.В., Лисафьев Ю.Б., Архипов П.В. Перспективный метод обработки твердого сплава на плоскошлифовальном станке // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 4. С. 71-74.
10. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Архипов П.В. Потеря режущей способности алмазных кругов на металлической связке при шлифовании композиционных материалов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2013. № 1 (47). С. 178-183.
11. Янюшкин А.С., Архипов П.В., Ереско С.П. Качество поверхности твердого сплава при комбинированном электроалмазном шлифовании с непрерывной правкой круга // Научные технологии в машиностроении. 2012. № 5. С. 26-31.
12. Янюшкин А.С., Якимов С.А., Лобанов Д.В. Состояние твердотельного инструмента, заточенного различными методами электроалмазной обработки // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2006. № 2(9). С. 100-104.
13. Янюшкин А.С., Якимов С.А., Петров Н.П., Архипов П.В. Исследование поверхности безвольфрамового твердого сплава, шлифованного комбинированным методом // Системы. Методы. Технологии. 2009. № 2. С. 70-77.
14. Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Лосев Е.Д., Яковец А.В., Черемных А.С. Конструкция катода для правки круга при комбинированной электроалмазной обработке: пат. 2446039. Рос. Федерации. № 2010111574/02; заявл. 25.03.2010; опубл. 27.03.2012, Бюл. № 9.
15. Янюшкин А.С., Сурьев А.А., Иващенко Р.А., Архипов П.В., Якимов С.А., Лосев А.Б. Метод автоматического управления процессом непрерывной электрохимической правки круга и устройство для его осуществления: пат. 2304504 Рос. Федерация. № 2005102264/02; заявл. 31.01.2005; опубл. 20.08.2007, Бюл. № 23.
16. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с перпендикулярным расположением токопроводящих вставок: пат. 144707. Рос. Федерация. № 2014105640/02; заявл. 14.02.2014; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24.
17. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с параллельным расположением токопроводящих вставок: пат. 145108. Рос. Федерация. № 2014105639/02; заявл. 14.02.2014; опубл. 10.09.2014, Бюл. 25.

18. Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Попов В.Ю., Сурьев А.А., Архипов П.В., Кузнецов А.М., Медведева О.И. Абразивный круг для электрохимического шлифования с косым расположением токопроводящих вставок: пат. 144708. Рос. Федерация. № 2014105641/02; заявл. 14.02.2014; опубл. 27.08.2014, Бюл. 24.

## ВЛИЯНИЕ ВЫСШИХ ГАРМОНИК ТОКА НА СОСТОЯНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*Бирюлин В.И.*

ведущий инженер, к.т.н.,

Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

*Куделина Д.В.*

аспирант кафедры вычислительной техники,

Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

В статье рассмотрены формы кривых напряжения и тока в сети, питающей нелинейную нагрузку, зафиксированные анализатором количества и качества электроэнергии AR-5. Произведена оценка, как действует несинусоидальный ток на нагрев кабеля. Приведенные результаты показывают, что если выбирать сечение кабеля без учета дополнительного нагрева от высших гармоник, то данный кабель будет перегреваться, что существенно снизит срок службы изоляции кабеля.

*Ключевые слова:* нелинейные потребители электроэнергии, высшие гармоники, несинусоидальность, длительно допустимый ток, кабель.

В настоящее время все более широко применяются нелинейные потребители электроэнергии: частотно-регулируемые приводы, что приводит к появлению в электрической сети высших гармоник тока и напряжения. Уровень гармоник в сети зависит от мощности этих потребителей и других факторов, и может достигать больших значений.

На рис. 1 приведены формы кривых напряжения и тока в сети, питающей нелинейную нагрузку (верхняя кривая – напряжение, нижняя – ток), зафиксированные анализатором количества и качества электроэнергии AR-5.

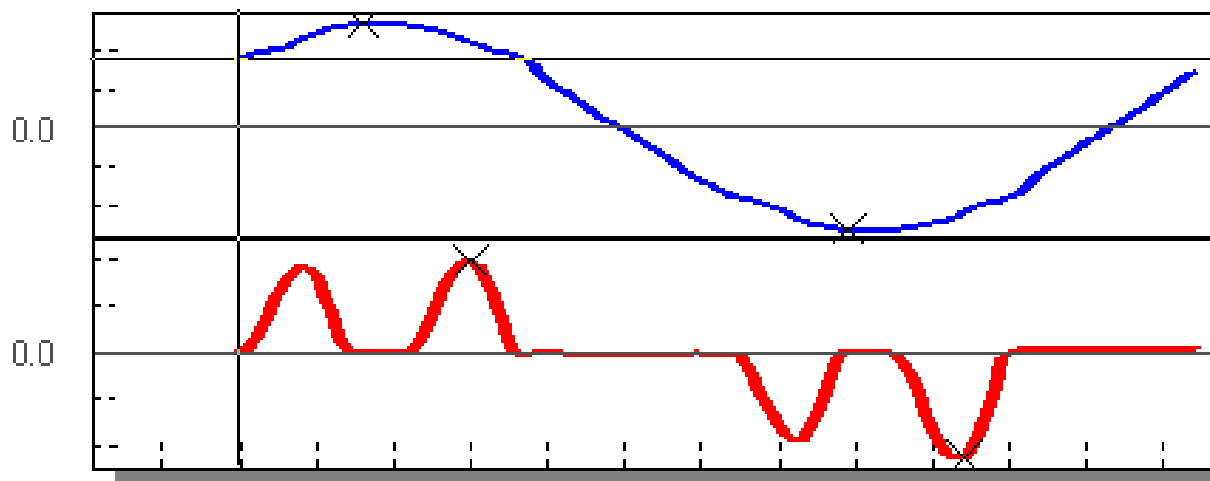


Рис. 1. Формы кривых напряжения и тока

Этот рисунок показывает сильные искажения кривой тока, форма которой очень далека от синусоидальной. Такие искажения соответствуют большому уровню высших гармоник тока в электрической сети. Процентное содержание напряжений и токов высших гармоник получено с помощью программного обеспечения анализатора количества и качества электроэнергии AR-5 и приведено на рис. 2.

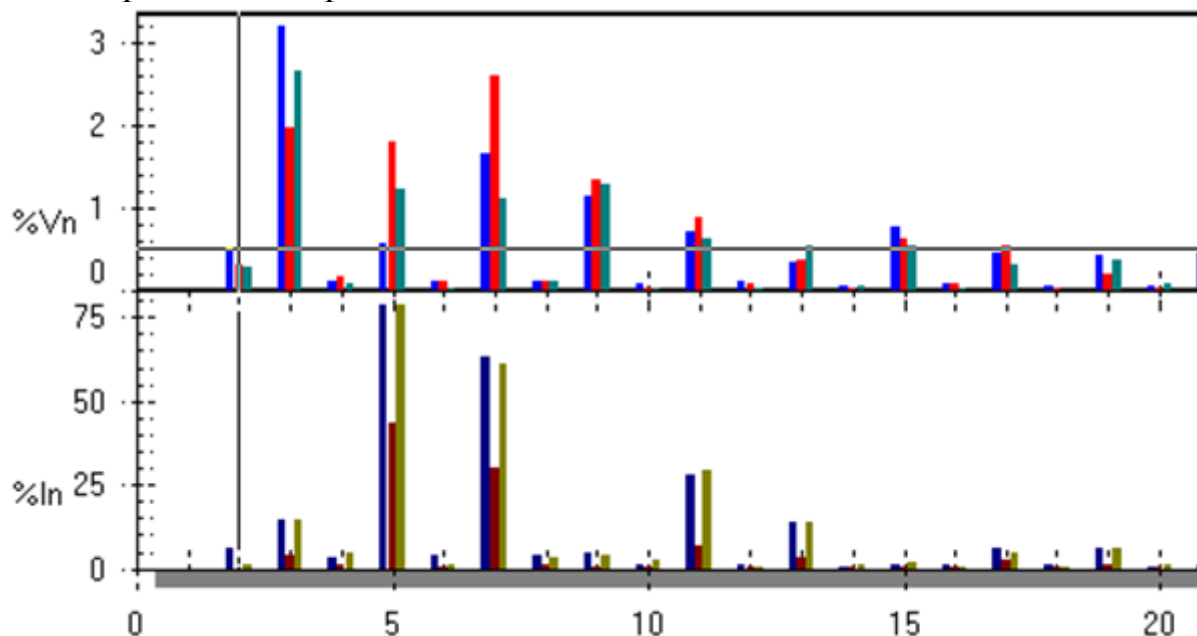


Рис. 2. Процентное содержание высших гармоник напряжения и тока

Эти гармоники, протекая по электрической сети, создают различные негативные последствия [1]. Нормативным документом на качество электроэнергии в настоящее время является ГОСТ 32144-2013 [2]. В этом документе нормируется содержание только высших гармоник напряжения. Но такое высокое содержание токов высших гармоник создает неблагоприятные условия работы для электрической сети и присоединенных к ней различных приемников электроэнергии.

В американском стандарте IEEE Std 519 [1] высшие гармоники тока нормируются. Произведем оценку спектра гармоник тока по требованиям данного стандарта. На рис.2 видно, что максимальное содержание тока пятой гармоники по двум из трех фаз достигает примерно 85% от тока первой гармоники. В стандарте IEEE Std 519 для пятой гармоники тока установлено максимально допустимое значение 15% от тока первой гармоники.

Оценим, как действует такой несинусоидальный ток на нагрев кабеля. Для этого определим коэффициент дополнительных потерь  $K_{доп}$  активной мощности из-за токов высших гармоник по следующей формуле [4]:

$$K_{доп} = 1 + \sum_{n=2}^{40} (K_{In})^2 \cdot A_n + 3 \cdot \frac{R_1^{нул}}{R_1} \sum_{m=3,9,15...}^{40} (K_{Im})^2 \cdot A_n, \quad (1)$$

где  $K_{In}$  –  $n$ -я гармоника тока в долях от тока основной частоты;  $R_1^{нул}$  – активное сопротивление нулевой жилы кабеля на основной частоте;  $R_1$  – активное

сопротивление жилы кабеля на основной частоте;  $A_n$  – коэффициент  $n$ -й гармоники тока.

Коэффициент  $A_n$  рассчитывается так:

$$A_n = 0,187 + 0,532 \cdot \sqrt{n}, \quad (2)$$

где  $n$  – номер гармоники тока.

Для упрощения расчетов принимаем, что сопротивления нулевой жилы и жилы кабеля равны между собой. По приведенному спектру гармоник учитываем наиболее выраженные третью, пятую, седьмую, одиннадцатую, тринадцатую, семнадцатую и девятнадцатую гармоники. Числовые значения гармоник определяем по рис. 2.

В результате расчетов получено значение  $K_{\text{доп}} = 2,72$ . Далее рассчитаем значение коэффициента высших гармоник тока  $K_{\text{вг}}$ , корректирующего табличное значение выбираемого кабеля [4]:

$$K_{\text{вг}} = \frac{1}{\sqrt{K_{\text{доп}}}} = \frac{1}{\sqrt{2,72}} = 0,61. \quad (3)$$

С учетом найденного значения  $K_{\text{вг}}$ , длительно допустимый ток  $I_{\text{дл.доп.ВГ}}$  выбираемого сечения кабеля для линии, питающей этот нелинейный электроприемник, должен определяться следующим образом:

$$I_{\text{дл.доп.ВГ}} = K_{\text{вг}} \cdot I_{\text{дл.доп}} = 0,61 \cdot I_{\text{дл.доп}}, \quad (4)$$

где  $I_{\text{дл.доп}}$  – длительно допустимый ток для выбираемого сечения, определяемый по справочным таблицам.

Приведенные результаты показывают, что если выбирать сечение кабеля без учета дополнительного нагрева от высших гармоник, то данный кабель будет перегреваться, так как его длительно допустимый ток в режиме протекания этих гармоник в рассматриваемом примере составляет 0,61 от длительно допустимого тока этого же сечения при протекании только тока основной частоты. Поэтому при токах основной частоты, близких к длительно допустимому значению, нагрев кабеля будет выше максимально возможной величины, что существенно снизит срок службы изоляции кабеля.

#### Список литературы

1. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems IEEE Power and Energy Society IEEE Std 519™-2014.
2. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения – Москва, Стандартинформ, 2014.
3. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009.
4. Симуткин М.Г. Разработка методов оценки влияния нелинейных электроприемников на режимы работы оборудования распределительных сетей: дисс. ... канд. техн. наук. Москва, 2014.

## ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ЦИНКА ИЗ БЕЗАММОНИЙНОГО СЛАБОКИСЛОГО ЭЛЕКТРОЛИТА

*Бобрикова И.Г.*

доцент кафедры «Химические технологии» канд. техн. наук, доцент,  
Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

*Ледовой Э.А., Шахлевич Е.С.*

магистранты по направлению «Химическая технология»,  
Южно-Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

В статье представлены результаты исследования влияния различных полимерных катионоактивных добавок на процесс электроосаждения цинка в слабокислом безаммонийном электролите. Показана возможность интенсификации процесса цинкования при участии в нем высокодисперсных коллоидных частиц, формирующихся на основе гидроксида и основных солей цинка.

*Ключевые слова:* электроосаждение цинка, безаммонийный электролит, полимерные катионоактивные добавки, высокодисперсные коллоидные частицы на основе гидроксида и основных солей цинка.

Слабокислые электролиты цинкования, работающие в диапазоне рН 4,5–6,5, являются одними из наиболее распространенных в современном машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности для цинкования деталей, изготовленных как из малоуглеродистых, так и закаленных высокоуглеродистых сталей и чугуна [5].

Анализ составов используемых слабокислых электролитов позволил выявить следующие недостатки:

- наличие в составе многих из них большого содержания ионов аммония, которые затрудняют очистку сточных вод из-за высокой прочности растворимых аммиакатных комплексов цинка и токсичности ионов аммония и аммиака;

- высокое содержание органических добавок – поверхностно-активных веществ, многие из которых токсичны и делают электролиты экологически опасными, а также способствуют образованию пены при их перемешивании;

- необходимость интенсивного перемешивания или «покачивания» деталей в электролите для увеличения плотности тока при цинковании на подвесках, что повышает материальные и энергетические затраты;

- высокая концентрация ионов цинка в растворе (27–38 г/л в пересчете на металл), что приводит к большому уносу в вентиляцию и сточные воды;

- высокое общее содержание ионов хлора (90–160 г/л), что обуславливает агрессивность электролитов по отношению к железу и загрязнение их ионами железа из-за коррозии упавших на дно ванны деталей.

С учетом этого актуальной задачей является разработка низкоконцентрированного безаммонийного электролита цинкования, позволяющего полу-

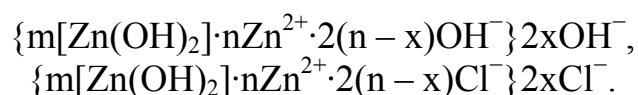
чать покрытия высокого качества с наименьшими экономическими затратами и наибольшей экологической безопасностью.

Весьма перспективными с этой точки зрения являются электролиты, в которых в процессе восстановления наряду с простыми и комплексными ионами металлов принимают участие высокодисперсные коллоидные частицы, образующиеся при подщелачивании прикатодного слоя на основе трудно растворимых соединений разряжающихся металлов, например, их гидроксидов и основных солей [1–4, 7, 8]. Использование таких электролитов позволяет значительно снизить концентрации солей металлов, а, следовательно, унос компонентов в окружающую среду и затраты на очистку сточных вод, уменьшить температуру электролита, увеличить предельно допустимые плотности тока нанесения гальванических покрытий. Подобрав добавки поверхностно-активных веществ, обеспечивающие коллоидным частицам соединений электроосаждаемого металла необходимый электрофоретический заряд и адсорбирующиеся на катоде, можно получать качественные покрытия с необходимыми функциональными свойствами в достаточно широком диапазоне плотностей тока [1, 7].

Исследования проводили в электролите состава, г/л: сульфат цинка семиводный (в пересчете на металл) 13,5, хлорид калия 180, борная кислота 20 при pH 4,5–6,5 и комнатной температуре (18–25 °C).

В качестве основной соли металла в электролите вместо хлорида использовали сульфат цинка, что снижает агрессивность электролита, обусловленную ионами хлора, в 1,5–2 раза. Ядром коллоидных частиц в электролите с сульфатом цинка, кроме гидроксида цинка и основных солей  $ZnCl_2 \cdot Zn(OH)_2$  (pH гидратообразования  $pH_r \sim 5,1$ ), могут быть также основные соли цинка  $ZnSO_4 \cdot 3Zn(OH)_2$  и  $ZnSO_4 \cdot Zn(OH)_2$ ,  $pH_r$  которых составляет  $\sim 3,8$  [6]. Это позволяет увеличить концентрацию коллоидных частиц в электролите. Кроме того, присутствие в электролите многозарядных анионов  $SO_4^{2-}$  способствует формированию монодисперсных сферических частиц золь гидроксидов цинка, разряд которых происходит полнее, чем частиц разной дисперсности [2], а также обеспечивает гетерокоагуляцию коллоидных частиц в диффузионном слое электрода при потенциалах восстановления ионов цинка [7].

О составе образующихся в электролите коллоидных частиц можно судить лишь предположительно. Мицеллы могут иметь, например, следующий вид [1]:



В процессе электроосаждения цинка приповерхностные концентрации компонентов на катоде отличаются от объемных на несколько порядков. Это может изменить как состав коллоидных частиц, так и величину и знак их электрокинетического потенциала. Например, в результате подщелачивания прикатодного слоя возможно образование мицелл состава



Согласно работам [1, 7] обеспечить положительный электрокинетический потенциал коллоидных частиц и одновременно уменьшить парциальную

плотность тока восстановления ионов цинка можно, добавляя в электролиты катионоактивные ПАВ, способные адсорбироваться как коллоидными частицами, так и электродом. Причем при выполнении этого условия могут быть достигнуты высокие предельно допустимые концентрационные плотности тока (ПДКПТ), а, следовательно, низкая степень экологической опасности электролита и высокие технико-экономические показатели электролиза [7, с. 6].

Учитывая все выше сказанное, изучили влияние на процесс электроосаждения цинка нетоксичных водорастворимых катионоактивных полимерных добавок:

- поливинилпирролидона (ПВП);
- полиэлектролита ВПК-402, получаемого путём полимеризации мономера диметилдиаллиламмоний хлорида;
- флокулянта серии FLOPAM FO4115.

Наличие в этих полимерах третичного и четвертичного атомов азота и функциональных групп  $-NH_2$  может обеспечить их адсорбцию, как коллоидными частицами соединений цинка, так и электродом в широкой области потенциалов [1, 7].

Для определения диапазона рабочих плотностей тока и качества получаемого цинкового покрытия в присутствии исследуемых добавок электроосаждение производили в ячейке Хулла.

Как видно из таблицы, наиболее эффективной является добавка ПВП, позволяющая получать полублестящее равномерное цинковое покрытие в наиболее широком диапазоне плотностей тока.

Таблица

**Влияние концентрации поверхностно-активных добавок на качество цинковых покрытий и диапазон рабочих плотностей тока**

Состав электролита, г/л	Концентрация добавки, г/л	Диапазон рабочих плотностей тока, А/дм <sup>2</sup>	Качество цинкового покрытия	Оптимальная величина pH
1	2	3	4	5
Сульфат цинка семиводный (в пересчете на металл) 13,5 Хлорид калия 180 Борная кислота 20 <b>Добавка ПВП</b>	0,5	0,8–2,5	полублестящее равномерное	5,6
	1,0	0,4–3,0	полублестящее равномерное	
	1,5	0,2–3,0	полублестящее равномерное	
	2,0	0,2–3,0	полублестящее равномерное	
	3,0	0,2–2,5	полублестящее равномерное	
Сульфат цинка семиводный (в пересчете на металл) 13,5 Хлорид калия 180 Борная кислота 20 <b>Добавка ВПК-402</b>	0,1	0,2–1,5	светло-серое матовое	5,9
	0,3	0,2–1,0	светло-серое матовое	

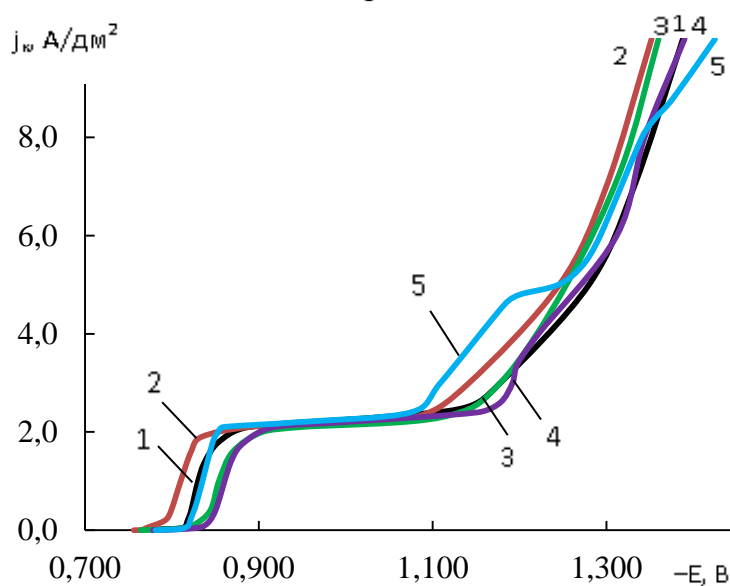


Окончание табл.

1	2	3	4	5
Сульфат цинка семиводный (в пересчете на металл) 13,5 Хлорид калия 180 Борная кислота 20 <b>Добавка FO4115</b>	1,0	0,2–1,0	серое матовое	5,5
	2,0	0,5–2,0	полублестящее неравномерное	

При увеличении ее концентрации от 0,5 до 3,0 г/л диапазон рабочих плотностей тока расширяется. Выход по току цинка в этом электролите составляет 92–99 %. Качественное полублестящее цинковое покрытие получено в диапазоне величин рН 5,5 – 6,0.

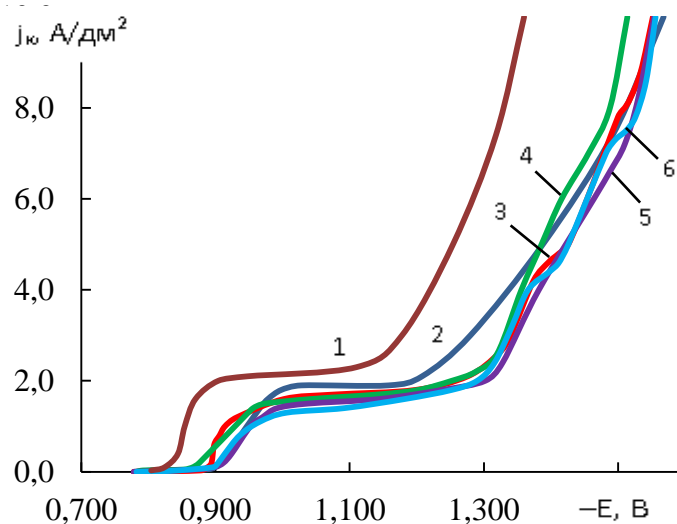
Потенциодинамические исследования влияния величины рН на процесс электроосаждения цинка в электролите исследуемого состава без добавок показало, что именно в этом диапазоне рН на поляризационных зависимостях в области потенциалов минус 1,200 – минус 1,300 В наблюдается появление второй волны предельного тока (рис. 1), обусловленного, вероятно, восстановлением коллоидных частиц соединений цинка, что согласуется с данными, приведенными в работе [7, с. 54]. Причем с увеличением рН до 6,5 величина второго предельного тока и катодная поляризация повышаются, так как концентрация коллоидных частиц при подщелачивании возрастает. Величина первого предельного тока, обусловленного в основном диффузией простых ионов цинка, не зависит от величины рН.



Величина рН: 1 – 4,5; 2 – 5,0; 3 – 5,5; 4 – 6,0; 5 – 6,5

Рис. 1. Потенциодинамические зависимости выделения цинка в исследуемом электролите без добавок при разных значениях рН

При введении в электролит исследуемого состава при оптимальной величине рН катионоактивной добавки ПВП катодная поляризация повышается (рис. 2), что способствует электроосаждению полублестящих цинковых покрытий.



Электролит исследуемого состава без добавок (1) и с добавкой ПВП, г/л:  
2 – 0,5; 3 – 1,0; 4 – 1,5; 5 – 2,0; 6 – 3,0. Величина pH 5,6

Рис. 2. Потенциодинамические зависимости выделения цинка

Причем с увеличением концентрации добавки величина предельной плотности тока восстановления ионов цинка, как видно из потенциодинамических зависимостей (рис. 2), незначительно снижается. При концентрациях добавки 1,0–3,0 г/л, соответствующих наибольшему диапазону рабочих плотностей тока (0,2–3,0 А/дм<sup>2</sup>) (табл.), на зависимостях наблюдается вторая волна предельного тока, обусловленная, по-видимому, восстановлением коллоидных частиц. Предельно допустимые плотности тока электроосаждения цинка в присутствии добавки ПВП превышают предельные плотности тока диффузии простых ионов в 1,5 раза.

Таким образом, наиболее эффективной в безаммонийном слабокислом электролите цинкования является добавка ПВП, которая, вероятно, адсорбируется, как на электроде, так и на коллоидных частицах, и позволяет одновременно уменьшить парциальную плотность тока восстановления ионов цинка и обеспечить положительный электрокинетический потенциал коллоидных частиц, увеличивая, тем самым, предельные скорости нанесения полублестящих равномерных покрытий цинком.

#### Список литературы

1. Бобрикова И.Г. Разработка высокопроизводительных электролитов-коллоидов цинкования: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск, 1988. 202 с.
2. Кудрявцева И.Д. Интенсификация электроосаждения металлов и сплавов из электролитов-коллоидов: Автореф. дис. д-ра техн. наук. Новочеркасск, 1994. 36 с.
3. Кудрявцева И.Д., Селиванов В.Н. Высокопроизводительные малоотходные технологии электроосаждения металлов из электролитов-коллоидов // Гальванотехника и обработка поверхности. 1993. Т. 2, № 4. С. 33–36.
4. Кукоз Ф.И., Бобрикова И.Г., Селиванов В.Н. О механизме ускорения электроосаждения металлов из электролитов-коллоидов // Сб. статей и кратких сообщений по материалам науч.-техн. конф. Новочеркасск: НГТУ, 1997. С. 83-86.
5. Окулов В.В. Цинкование. Техника и технология. М.: Глобус, 2008. 252 с.
6. Ротинян А.Л., Тихонов К.И., Шошина И.А. Теоретическая электрохимия / Под ред. А.Л. Ротиняна. Л.: Химия, 1981. С. 86.

7. Селиванов В.Н. Электроосаждение металлов из малоцентрированных электролитов-коллоидов / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 85 с.
8. Черная Е.В., Бобрикова И.Г. Закономерности электроосаждения сплава цинк-никель в аммиакатных электролитах // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки, 2011. № 5. С. 112–115.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОИСКА ПУТИ ПО АЛГОРИТМУ А\*

*Булдакова А.А., Бызова А.К., Самарина А.А.*

магистранты по направлению «Информационно-интеллектуальные системы»,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

*Клюкин В.Э.*

доцент кафедры вычислительной, канд. физ.-мат. наук,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Разработана клиент-серверная программа эвристического поиска пути по алгоритму А\*. Проведены эксперименты с различными исходными данными, построена диаграмма на основании полученных результатов.

*Ключевые слова:* поиск пути, эвристический поиск, алгоритм А\*.

**Постановка задачи.** Была поставлена задача разработки клиент-серверной программы, реализующей алгоритм А\*. В качестве языка разработки серверной части, реализующей алгоритм А\*, был выбран язык SWI-Prolog, в качестве языка разработки клиентской части – язык JavaScript.

Эвристический алгоритм А\* описывает поиск оптимального пути к целевому узлу на графе пространства состояний. Каждый переход характеризуется функцией оптимизации  $f(n) = g(n) + h(n)$ , где  $g(n)$  – глубина,  $h(n)$  – эвристическая функция (прогнозируемое априори расстояние до цели),  $n$  – текущий узел на оптимальной траектории [1].

**Описание работы программы.** Поиск пути производится на квадратном поле, разделённом на равные квадратные ячейки (узлы графа). Пользователь задаёт в web-форме ширину и высоту поля, затем нажимает на кнопку «Сгенерировать карту», после чего программа выполняет скрипт, который рисует поле и случайным образом генерирует препятствия на нем (10% от всего количества узлов). Пользователь отмечает на поле расположение начальной и конечной точки и нажимает на кнопку «Найти путь», при этом программа формирует текущее состояние поля (размер, положение начального узла, положение конечного узла и массив узлов с препятствиями) и в формате JSON отправляет на сервер [2]. Сервер принимает посылку от клиента, осуществляет её разбор и передаёт необходимые параметры в программу поиска пути, реализованную на SWI-Prolog.

Программа поиска пути, начиная от исходного узла, раскрывает все возможные переходы в соседние узлы с учётом запрета диагональных пере-

ходов, вычисляя для каждого из них эвристическую функцию, затем проводит поиск. Если узлов с минимальным значением функции  $f(n)$  несколько, узел выбирается случайным образом. Узлы, входящие в список препятствий или ранее рассмотренные, исключаются из списка возможных переходов (защита от циклов). Как только соседний узел совпадает с целевым – путь сформирован.

Программа поиска возвращает список узлов оптимального пути (от начального до конечного), сервер в формате JSON передаёт этот список клиенту, который рисует найденный путь на поле (рисунок 1).

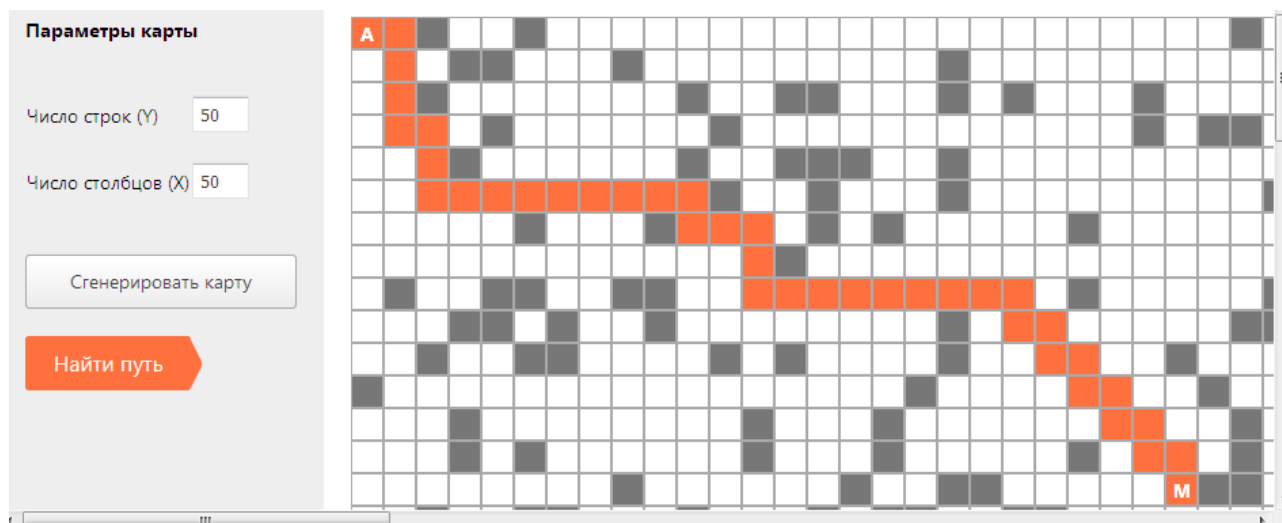


Рис. 1. Web-форма программы поиска пути: пример работы программы

**Результаты и выводы.** Нами были проведены эксперименты (таблица) для выявления зависимости времени поиска пути от заданного (числом ячеек) размера поля при условии, что путь существует, количество препятствий равно 10%, начальный узел левый верхний, конечный узел – правый нижний.

Таблица

Результаты экспериментов		
№	Размер поля (сторона)	Время поиска пути (мс)
1	10	11,625
2	50	28,32
3	100	91,58
4	200	343,81
5	300	820,855
6	400	1362,63
7	500	2404,575
8	1000	10002,1

По полученным результатам построен график (рисунок 2) зависимости времени поиска пути от размера поля.

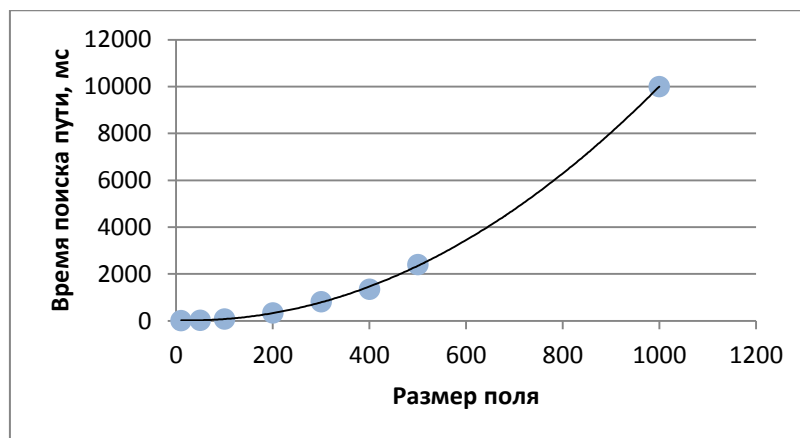


Рис. 2. График зависимости времени поиска пути от размера поля (количества ячеек)

Таким образом, получено, что время поиска пути почти экспоненциально возрастает при увеличении размера поля, что говорит о снижении эффективности работы программы при больших размерах поля (больше 500x500).

#### Список литературы

1. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog. 3-е издание. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 640 с.
2. Ключкин В.Э., Плотников В.Ю., Евсиков Д.С. Игровая программа-решатель маршрутных задач методом интеллектуального эвристического поиска типа клиент/сервер на языке SWI-Prolog [http. //](http://) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615821 от 25 мая 2015 г.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Винокурова И.М.***

доцент кафедры химии, канд. тех. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

***Коротов В.В.***

студент кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

В статье рассматриваются преимущества использования титановых сплавов при решении задач по повышению коррозионной стойкости нефтегазового оборудования.

*Ключевые слова:* титан, сплавы титана, нефтегазовое оборудование, коррозия, эксплуатация, параметры применения.

Прогресс современной техники в значительной степени зависит от применения конструкционных материалов с более высокими значениями эксплуатационных свойств. К таким металлическим материалам относятся титан и сплавы на его основе. Благодаря высокому уровню удельной прочно-

сти, коррозионной стойкости в большинстве агрессивных сред (сопоставимой с коррозионной стойкостью такого металла, как платина) и ряда других уникальных свойств, титановые сплавы нашли широкое применение в аэрокосмической и авиационной технике, судостроении, химическом машиностроении, а также в нефтегазовой отрасли (рис. 1).

Применение титановых сплавов перспективно для следующих систем и оборудования, используемых при освоении нефтегазовых месторождений на шельфе: глубоководные бурильные и добывающие райзеры, обсадные трубы, насосы и системы заборной, питьевой, буровой и попутной воды, трубопроводы циркуляционной системы технологических растворов, жидкостные сепараторы, теплообменное оборудование различного назначения, сосуды высокого давления, высокопрочные гибкие растяжки для фиксации платформ.

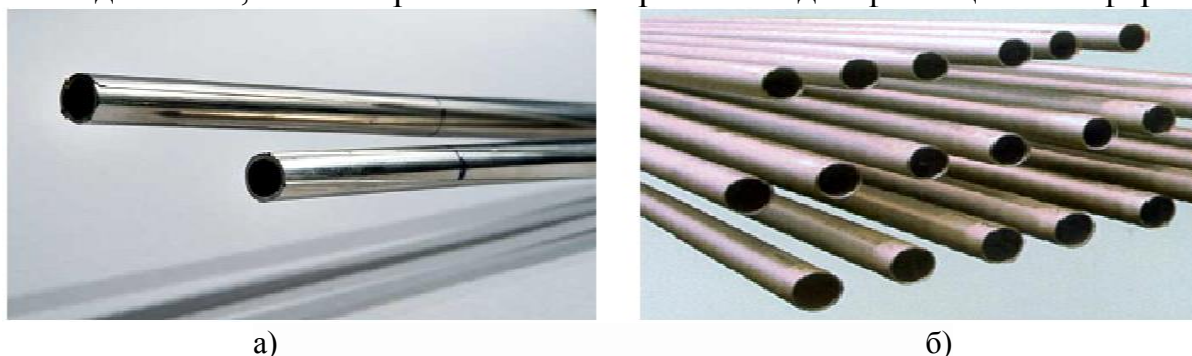


Рис. 1. Трубы со спиральными ребрами ПТ-7М (а) и трубы бесшовные особотонкостенные из титанового сплава ПТ-1М (б)

Важной проблемой данной отрасли является повышение надежности и безопасности эксплуатации технологического оборудования (теплообменников, испарителей, конденсаторов и др.) путем обеспечения высокой коррозионной стойкости трубных систем в средах с повышенным содержанием солей и кислот. Наглядным примером является оборудование, представленное на рис. 2.



Рис. 2. Теплообменник с трубной системой из титанового сплава VT1-0

Титан и его сплавы обладают рядом уникальных свойств:

1) по прочностным характеристикам аналогичен традиционным конструкционным сталям, но при этом на 45 % легче, а по коррозионной устойчивости титан превосходит многие широко применяемые конструкционные стали;

2) низкая температура перехода от пластичного поведения к хрупкому и благоприятные уровни вязкости разрушения даже при температурах ниже нуля градусов, механически надёжен при низких температурах, как минимум вплоть до  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

3) оксидная пленка на титане служит отличной преградой для водорода благодаря эффекту «самозалечивания», что позволяет избежать поглощения водорода и охрупчивания металла в условиях применения оборудования в морском нефте- и газопромысле;

4) обеспечение перемещения морской воды, текущей со скоростью вплоть до 30 м/сек, и соответственно, повышение сопротивления к кавитации;

5) при наличии насосов достаточной мощности можно проектировать трубопроводы с трубами меньшего диаметра и меньшими радиусами загиба нитки, что позволит безопасно увеличивать скорость потока в системе титановых труб.

Известно, что титан обладает комплексом ценных физико-химических, физико-механических свойств: высокой твердостью и коррозионной стойкостью, удовлетворительной технологичностью при переработке в изделия. Легирование титана существенно изменяет свойства. Например, увеличивается прочность. По удельной прочности (на единицу массы) титановые сплавы занимают первое место среди конструкционных металлов, что делает их часто незаменимым материалом [1, 2].

Изучение нами [1-5] анодного поведения титана говорит о том, что скорость роста оксида и скорость растворения металла контролируется стадией переноса ионов через пленку. По мере приближения потенциала титана к равновесному кислородному, количество адсорбированного кислорода (в виде ионов  $\text{OH}$  или  $\text{O}$ ) возрастает. Что приводит к уменьшению дефектности пленок и соответственно снижает ток растворения титана.

Данная модель растворения титана в пассивном состоянии была подтверждена результатами изучения влияния относительно небольших (до 6%) добавок легирующих элементов [3-5] ( $\text{Al}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Sn}$ ) на пассивационные характеристики титана. Все сплавы имели  $\alpha$ -структуру, за исключением сплавов  $\text{Ti} - \text{Mo}$  и  $\text{Ti} - \text{V}$ , содержащих более 3 %  $\text{Mo}$  или  $\text{V}$ , которые имели структуру  $\alpha + \beta$  [1, 2].

На рис. 3 приведены стационарные скорости анодного растворения сплавов в 40 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при  $E = 1,0\text{ В}$  и при  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Видно, что  $\text{Al}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Zr}$  и  $\text{Nb}$  увеличивают,  $\text{Cr}$  и  $\text{Mn}$  уменьшают, а  $\text{Sn}$  (в пределах возможной ошибки опыта) не влияет на скорость анодного растворения титанового сплава в пассивном состоянии.

На скорость коррозии сплавов титана в пассивном состоянии легирующие компоненты могут влиять путем изменения скоростей следующих процессов:

1) непосредственного электрохимического перехода ионов металла, мигрирующих через окисную пленку, в раствор



2) химического растворения пассивной пленки  
 $TiO_2 + 2H^+ \rightarrow TiO^{2+} + H_2O$ .

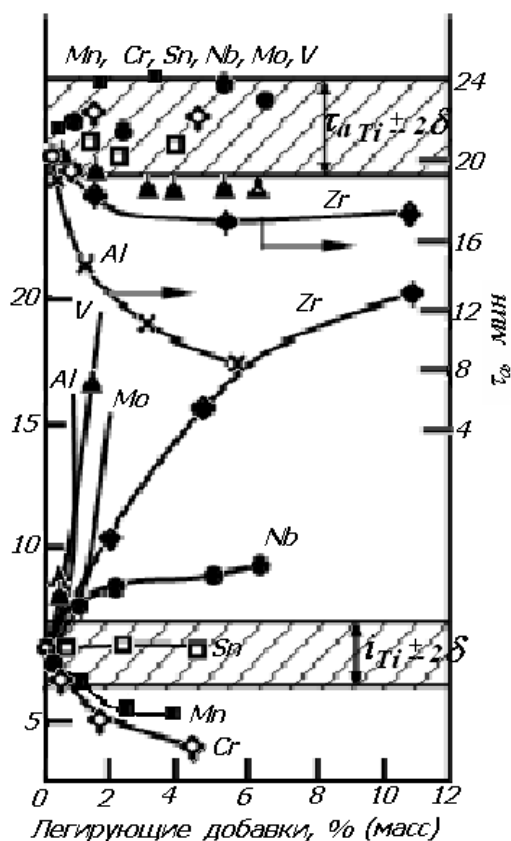


Рис. 3. Зависимость стационарной плотности тока ( $i$ ) анодного растворения титана и сплавов при 1,0 В и времени ( $\tau_a$ ) их самоактивации от содержания легирующих добавок

Легирующие элементы могут влиять на эти процессы как путем изменения структуры и толщины образующейся пленки, так и путем изменения ее дефектности и ионной проводимости.

Электроннографическое исследование структуры окисных пленок в условиях стационарного анодного растворения показало, что на всех сплавах, как и на чистом титане, образуются пленки идентичного состава  $TiO_2$  со смешанной структурой рутила и анатаза [3].

Результаты электроннографических исследований находятся в соответствии с независимостью потенциала пассивации  $E_{п.п} = -0,21$  В и полной пассивации  $E_{п.п} = 0,14$  В от состава исследованных сплавов. Это может служить косвенным указанием на идентичность пассивирующих слоев титана и его низколегированных сплавов.

Приближенное суждение о влиянии легирующих элементов на скорость химического растворения пассивных пленок может быть сделано по времени самоактивации  $\tau_a$  электродов в тех же условиях после прекращения анодной поляризации. Данные для времени самоактивации представлены на рис. 1. Все исследованные сплавы, кроме сплавов  $Ti - Al$  и  $Ti - Zr$ , имеют одно и то же время самоактивации, близкое к  $\tau_a$  титана, независимо от того, увеличивают они или уменьшают скорость анодного растворения. Ток, идущий на возобновление химически растворившейся части пленки, составляет



лишь небольшую долю общего тока, определяющегося в основном электрохимическим переходом ионов титана в раствор. Скорость этой реакции при постоянном потенциале определяется установлением постоянного распределения скачка потенциала в пленке и в двойном слое. С этой точки зрения результаты экспериментов легко объяснить. Скорость процесса химического растворения пленки низколегированных сплавов титана, практически не меняется. Поэтому и время самоактивации оказывается одинаковым почти у всех исследованных сплавов. Подобный вывод следует также из анализа термодинамических данных изменения свободных энергий образования окислов металлов, входящих в исследуемые сплавы. Так, изменение свободной энергии (в расчете на 1 г-экв металла) образования  $TiO_2$  (анатаз),  $Al_2O_3$  и  $ZrO_2$  соответственно равно  $-95,59$ ;  $-144,92$ ;  $-140,36$  кДж. Для образования окислов  $Cr$ ,  $Sn$ ,  $Mn$  уменьшение свободной энергии значительно меньше, чем для титана [3]. Исходя из этих данных, можно утверждать, что в сплаве на основе титана с обсуждаемыми металлами только  $Al$  и  $Zr$  могут окисляться избирательно и предпочтительно перед основой титана, образуя собственные окислы, или давать смешанные окислы титана, обогащенные этими компонентами. Концентрация остальных элементов, например таких, как  $Cr$ ,  $Sn$  и  $Mn$ , в окисной пленке должна быть ниже, чем в исходном сплаве. Уместно вспомнить, что при изучении окисления сплавов в  $CO_2$  при  $1000\text{ }^\circ C$  с помощью электронного микроскопа [3] было установлено, что в окалине сплава  $Ti - 5\% Cr$  было лишь  $0,15-0,53\% Cr$ , а в окалине сплава  $Ti - 5\% Al$  содержание алюминия достигало  $8-20\%$ . Очевидно, и в анодной окисной пленке сплавов  $Ti - Al$  и  $Ti - Zr$  можно ожидать большего обогащения окислов  $Al$  и  $Zr$  с пониженной химической стойкостью, о чем можно судить по уменьшению времени самоактивации этих сплавов после анодной пассивации.

Таким образом, основное влияние исследованных легирующих добавок на анодный ток растворения титанового сплава из пассивного состояния определяется не изменением химической стойкости пассивной пленки, а изменением ее дефектности и, следовательно, ионной проводимости при вхождении в решетку окисла атомов легирующего компонента.

Титан все чаще применяется в нефтегазовой промышленности в качестве толстостенных трубчатых опор для нефтедобывающих морских платформ. Уже сегодня нефтепромышленники начинают отказываться от жестких стальных опор в пользу составных титановых. Тенденция создания глубоководных систем морской нефтедобычи резко повышает необходимость применения титановых сплавов для изготовления подводного оборудования. По мнению ведущих фирм, в глубоководной нефтедобыче титан и его сплавы должны стать одним из основных конструкционных материалов.

Это свойство титановых сплавов наряду с высокой коррозионной стойкостью является решающим при выборе конструкционных материалов при осуществлении мероприятий в мирное время для повышения надежности и долговечности технологического оборудования, зданий и сооружений, что соответственно позволяет повысить устойчивость функционирования объектов.

Выгодными последствиями использования титана являются экономия веса, пространства и затрат. В случае с титаном никакой защиты от эрозии на входе или выходе из трубопровода или в местах загиба нитки трубопровода не требуется. Еще одно не менее эффективное применение титана и его сплавов – нефтегазодобывающие платформы на шельфе.

#### Список литературы

1. Коротов В. В. Методы мониторинга коррозии трубопроводов [Текст] / В.В. Коротов, Д.Э. Иванова, В.А. Русин, И.М. Винокурова // Комплексные проблемы техносферной безопасности: матер. междунар. научно-практической конференции: Ч. IV. Воронеж. 2015. С. 52-57.

2. Коротов, В.В. Методы диагностирования трубопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением [Текст] / В.В. Коротов, Д.Э. Иванова, И.М. Винокурова // Современные тенденции развития науки и технологий: мат. междунар. науч.-практич. конф.- Белгород: АПНИ., 2016. с. 34-37.

3. Винокурова, И. М. Изучение влияния легирующих добавок на скорость процесса электрохимического формообразования титановых сплавов [Текст] / И.М. Винокурова, И.В. Агафонцев // Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвуз. сб. науч. тр. Ч. I. Воронеж, 2007. -С. 139-142.

4. Фокин М. Н., Рускол Ю. С. Титан и его сплавы в химической промышленности. Л.: Химия. 1978. 200 с.

5. Винокурова, И.М. Анодное окисление титана и сплава ВТЗ-1 в кислой среде [Текст] / И.М. Винокурова, Б. А. Спиридонов // Системы жизнеобеспечения и управления в чрезвычайных ситуациях: межвуз. сб. науч. тр. – Ч. 2. -Воронеж. – 2007. С. 169-174.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО АНОДНОГО РАСТВОРЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

*Винокурова И.М.*

доцент кафедры химии, канд. тех. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

*Иванова Д.Э.*

студентка кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

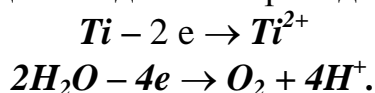
В данной статье рассматривается влияние процесса тепловыделения на электродах при электрохимической анодной обработке и открывающиеся возможности регулирования технологического процесса.

*Ключевые слова:* тепловые эффекты, анодная обработка, титановые сплавы.

Изучение вопросов связанных с исследованием эффектов тепловыделения при электрохимической анодной обработке металлов в настоящее время получило широкий отклик в работах российских и зарубежных исследователей [1-9]. Исследования градиента температуры позволило определить, что основной источник теплоизлучения локализуется на поверхности электрода. Перенос электрона в двойном электрическом слое может быть осуществлен

за счет изменения координаты реакции. Математическое описание этого перехода связано с использованием квантово-механических подходов процесса. Поэтому возникновение температурных эффектов вероятнее всего и является причиной реализации процессов, связанных с изменением координаты реакции. Несоответствие величин измеряемых температур с теоретическими значениями можно объяснить рассредоточением локальных источников тепла по поверхности электрода в результате которого температурный эффект интегрируется в приэлектродной зоне [6-8]. При этом за счет высокой теплопроводности электролита и интенсивному массопереносу происходит выравнивание температуры в приэлектродном слое [5]. Так как величина градиента температур в близи зоны электрохимической реакции имеет относительно малое значение, то можно предположить, что число единиц актов, сопровождающихся выделением тепла ограничено. Действительно расчеты показывают, что число центров кристаллизации, определяемое по классическим формулам, соответствует тем эффектам, которые мы наблюдаем в эксперименте. Поэтому с точки зрения теории электрохимических процессов представляло интерес изучение тепловых эффектов на аноде, поскольку электродные процессы должны быть связаны с переносом протока.

При окислении  $Ti$  одновременно с ионизацией атомов на аноде протекает процесс окисления воды по одной из приведенных схем



В результате этих реакций тепловые эффекты, реализуемые непосредственно в близи поверхности электрода, будут определяться процессами гидратации ионов титана  $Ti^{2+}$ , ионов  $H^+$  при их переходе в ионы гидроксония  $H_3O^+$ , а также за счет дезинтеграции атомов кислорода. Более детальное изучение этих процессов показало, что кроме указанных ранее эффектов тепловыделения, могут быть реализованы реакции образования гидридов в структуре металла, что подтверждается результатами эксперимента [9]. По нашему мнению, этот факт может объяснить, перенос заряда противоположного знака, однако подобного типа эксперименты не были описаны в работах по исследованию кинетики анодного растворения  $Ti$ . Механизм переноса протона в какой-то степени может быть объяснен эффектом термодиффузии этой частицы вглубь структуры металла. С другой стороны, пока нет объяснения механизму переноса заряда вглубь, который бы объяснил бы образование гидроксида  $Ti$  на значительных расстояниях от поверхности раздела металл-раствор электролита. Результаты практического наблюдения позволили установить [2, 3], что водородное охрупчивание в наибольшей степени проявляется по участкам электрода с резко искаженной морфологией поверхностей. Это обстоятельство позволяет высказать предположение, что локальные участки наводороживания при электрохимической анодной обработке имеют повышенное значение плотности тока. На рисунке представлена конструкция электрода для исследования тока распределения в канале обработки. Конструкция электрода позволяет измерять ток, в каждой секции одновременно фиксируя его значение на мониторе компьютера.

Это можно объяснить особенностью электрохимического взаимодействия металла с электролитом при различных температурах. В своих исследованиях нами было установлено, что распределение температуры по длине канала представляется в виде изменения экспоненциальной зависимости.

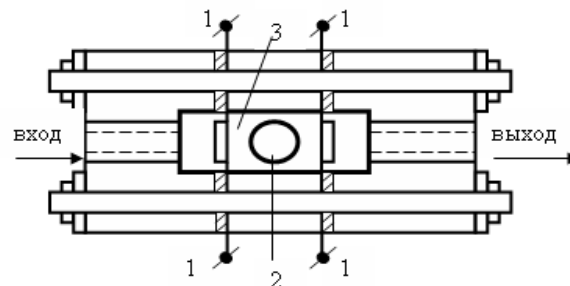


Рис. Конструктивный чертёж:  
1- контактные выводы дифференциальных термопар;  
2-рабочий электрод; 3-корпус сектора

Согласно такой закономерности изменения температуры, по всей видимости, нарастание тока по длине канала, также должно было бы осуществляться по экспоненте, что можно объяснить двумя причинами:

1 – снижение концентраций окислителей компонентов по мере удаления от входа в канал.

2 – увеличение степени газонаполнения межэлектродного зазора (МЭЗ) по мере продвижения электролита к выходу из канала обработки.

В работах [1-3] приводятся данные по определению зависимостей поверхностной температуры  $T_s$  от плотности тока и химического состава электролитов. Установлено, что наибольшее значение  $T_s$  достигается в электролите состава ***2M NaCl + 1M HCl***.

Поскольку температура поверхности электрода оказывает существенное влияние на процессы массопереноса в зоне реакции, то необходимо принимать во внимание, что теория массопереноса в растворах электролитов [1] включает в себя описание движения ионов:

$$N_i = -Z_i \cdot U_i \cdot F \cdot C_i \left( \frac{d\Phi}{dx} + \frac{d\Phi}{dy} + \frac{d\Phi}{dz} \right) - D_i \left( \frac{dC_i}{dx} + \frac{dC_i}{dy} + \frac{dC_i}{dz} \right) + C_i \cdot V, \quad (1)$$

поток миграция диффузия конвекция

где  $N_i$  - поток компонента  $i$  в моль/(см<sup>2</sup>·с);  $V$  – объёмная скорость, см/с;  
 $\left( \frac{dC_i}{dx} + \frac{dC_i}{dy} + \frac{dC_i}{dz} \right)$  -градиент концентрации;  $\Phi$  – электрический потенциал;

$U_i$  – подвижность компонента; материального баланса:

$$\frac{dC_i}{dt} = - \left( \frac{dN_i}{dx} + \frac{dN_i}{dy} + \frac{dN_i}{dz} \right) + R, \quad (2)$$

где  $R_i$  – источник, обусловленный гомогенной химической реакцией; тока:

$$i = F \cdot \sum_i Z_i \cdot N_i, \quad (3)$$

где  $F$  – постоянная Фарадея;

$$\text{электронейтральности: } \sum_i Z_i \cdot C_i = 0, \quad (4)$$

$$\text{и механики жидких сред: } v = \frac{1}{\rho} \cdot \sum_i C_i \cdot \mu_i \cdot V_i, \quad (5)$$

где  $C_i \cdot V_i$ , – молярный поток компонентов  $i$ ;  $\mu_i$  – молекулярный вес;  
 $\rho$  – плотность среды.

Уравнение движения (1) ионов можно заменить для многокомпонентных систем выражением:

$$\tilde{N}_i \cdot \left( \frac{d\mu_i}{dx} + \frac{d\mu_i}{dy} + \frac{d\mu_i}{dz} \right) = \sum_j K_{ij} \cdot (V_j - V_i) = R \cdot T \sum_j \frac{C_i \cdot C_j}{C_T \cdot D_{ij}} \cdot (V_j - V_i) \quad (6)$$

В последнем уравнении величина диффузии в явной форме зависит от температуры, которая в свою очередь является функцией технологических параметров электрохимического процесса:  $C_i \cdot \left( \frac{d\mu_i}{dx} + \frac{d\mu_i}{dy} + \frac{d\mu_i}{dz} \right)$  – можно рассматривать как движущую силу на единицу объёма, действующую на компоненты  $i$  и заставляющую двигаться их по отношению к окружающей жидкости.

С другой стороны, коэффициент трения, в значительной мере определяющий процессы массопереноса, может быть определён по уравнению [3, 6, 8]:

$$K_{ij} = \frac{R \cdot T \cdot C_i \cdot C_j}{C_T \cdot D_{ij}}, \quad (7)$$

в котором также силы трения в явной форме зависят от температуры. При наличии концентрационных градиентов плотность тока не пропорциональна электрическому полю. Уравнение для плотности тока в развёрнутой форме можно записать в виде выражения:

$$i = -F^2 \cdot \left( \frac{d\hat{O}}{dx} + \frac{d\hat{O}}{dy} + \frac{d\hat{O}}{dz} \right) \cdot \sum_i Z_i^2 \cdot U_i \cdot C_i - F \cdot \chi \cdot \sum_i Z_i \cdot D_i \cdot \left( \frac{d\tilde{N}_i}{dx} + \frac{d\tilde{N}_i}{dy} + \frac{d\tilde{N}_i}{dz} \right) + F \cdot v \cdot \sum_i Z_i \cdot C_i. \quad (8)$$

Благодаря диффузионному уравнению, представленному вторым членом правой части уравнения (8), плотность тока может иметь иное направление, чем направление электрического поля, поэтому его (уравнение 8) можно переписать в виде:

$$\left( \frac{d\Phi}{dx} + \frac{d\Phi}{dy} + \frac{d\Phi}{dz} \right) = -\frac{i}{\chi} - \frac{F}{\chi} \cdot \sum_i Z_i \cdot D_i \cdot \left( \frac{dC_i}{dx} + \frac{dC_i}{dy} + \frac{dC_i}{dz} \right), \quad (9)$$

и сделать предположение, что даже в отсутствие тока может существовать градиент потенциала, поскольку и в уравнение плотности тока в скрытой форме входит влияние температуры на величину последнего через зависимость:

$$\chi = F^2 \cdot \sum_i Z_i^2 \cdot U_i \cdot C_i, \quad (10)$$

т.к.  $U_i = f(T)$ .

Сопоставляя результаты электротермографических исследований, данных по токораспределению и наводораживанию образцов (отдельных секций) составленного электрода можно сделать заключение о приоритете, тех или иных реакций на электродах МЭЗ. Рассматривая процесс окисления  $Ti$  и его сплавов, как сложную систему кинетика, которой может быть описана отдельными стадиями суммарного анодного процесса в этом случае может быть выражена через суммарный ток

$$i = i_1 + i_2 + i_3, \quad (11)$$

где  $i_1$  – плотность тока определяющая скорость образования ад-атомов;

$i_2$  – плотность тока определяющая скорость реакции выхода ад-атомов из ступени растворения;

$i_3$  – плотность тока определяющая скорость процесса перехода атома из полукристаллического состояния в электролит.

При электрохимической размерной обработке одним из определяющих параметров является частота обработки. Основное влияние этот параметр оказывает плотность анодного тока, поскольку число центров растворения (или зародышеобразования) связано соотношением:

$$N = N_o \cdot e^{\frac{A_3}{k \cdot T}}, \quad (12)$$

где  $N$  – число зародышей;  $A_3$  – общая работа образования зародыша при электрохимическом процессе;  $R$  – постоянная Больцмана;  $T$  – абсолютная температура;  $N_o$  – константа, экспериментально определяется трудно, поэтому для аналитических расчетов пользуются другой формулой.

Рассматривая коэффициент пропорциональности  $N_o$  с кинетических позиций, пренебрегая поверхностной диффузией, по данным общепринятым кинетической теории,  $N_o$  по порядку величины равен числу соударения с поверхностью из кинетической теории газов. Так как  $N_o$  специально не выводится из электрохимического процесса, то по данным кинетической теории принимается, что  $N_o$  должен быть связан с частотой обмена мест ад-атомов или быть ему равным.

Таким образом, для прохождения электрохимической обработки, необходимо чтобы количество электричества в задаваемом источнике питания импульсе существенно превышало величину  $Q$  только на тех участках МЭЗ, где протекает максимальный ток, т. е. там, где МЭЗ минимален. В прилегающих областях даже при протекании тока, превышающего значение плотности анодного тока  $i_a$  перехода от выделения кислорода к активированному растворению, обработка происходит не будет, так как ток здесь меньше и не обеспечивает количества электричества в импульсе, превышающего  $Q$ . Импульсный режим обработки обеспечивает наиболее оптимальные условия осуществления процессов анодной обработки металлов и создает гибкость

структур управления параметрами технологического процесса. Самая максимальная производительность при импульсных режимах для всех исследуемых сплавов при ЭХРО в электролитах обнаружено в электролитах, состав которых позволяет сводить к минимуму процессы газовыделения и наводороживания металла [5-9]. Поэтому все уравнения, отражающие теорию процессов массопереноса, включают параметр температуры в явной или скрытой форме.

#### Список литературы

1. Винокурова, И.М. Определение оптимальных режимов при электрохимической размерной обработке титана и его сплавов с учетом особенностей тепломассопереноса [Текст] / И.М. Винокурова, В. П. Смоленцев // Изв. вузов Орел ГТУ. Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2009. № 1/273(559). – С. 67-73.
2. Винокурова, И. М. Особенности эквивалентных схем тепловых полей в электродных схемах при электрохимической обработке металлов, склонных к пассивации [Текст] / И.М. Винокурова, М.А. Завалишин // Вестник Воронеж. госуд. технич. ун-а. – 2012. – Т. 8, № 7.2. – С. 61-65.
3. Винокурова, И.М. Методы расчета процессов формообразования при электрохимической размерной обработке металлов на основе титана [Текст] / И.М. Винокурова // Совершенствование производства поршневых двигателей для малой авиации: тр. отраслевой научно-технич. конф. -Москва. Машиностроение. 2008. – С. 115-123.
4. Винокурова, И.М. Использование физических и математических моделей процесса анодного растворения титановых сплавов для создания ресурсоэнергосберегающих технологий [Текст]/ И.М. Винокурова, Ю. Н. Шалимов, С. А. Толстов //Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. Сер. Энергетика. – 2001. – Вып. 7.1. – С. 109-118.
5. Винокурова, И.М. Влияние импульсных режимов на гидродинамические условия электрохимической обработки [Текст] / И.М. Винокурова // Вестник. Воронеж. госуд. техн. ун-т, Сер. Системы и средства безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2004. – Вып. 10.1. Воронеж. – С.118-121.
6. Винокурова, И. М. Моделирование процессов тепломассообмена при использовании импульсных режимов обработки титана и его сплавов [Текст] / И.М. Винокурова // Вестник. Воронеж. госуд. техн. ун-т, Сер. Системы и средства безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2004. – Вып. 10.1. Воронеж. – С. 129-132.
7. Винокурова, И.М. Термодинамические и электрохимические характеристики анодных процессов металлов, склонных к пассивации [Текст] / И.М. Винокурова // Вестник Воронеж. госуд. техн. ун-т, Сер. Системы и средства безопасности в чрезвычайных ситуациях. Т. 2. № 4. Воронеж. – 2006. – С. 133-137.
8. Винокурова, И. М Моделирование процесса массопереноса в растворах электролитов при электрохимической обработке [Текст] / И.М. Винокурова // Вестник. Воронежский государственный технический университет. Т. 3, № 2. – 2007. – С. 105-108.
9. Винокурова, И. М. Основные аспекты определения зависимостей кинетических параметров анодной обработки при планировании эксперимента [Текст] / И.М. Винокурова, И. А. Плужников, В.П. Смоленцев // Авиакосмические технологии. (АКТ – 2008): тр. IX Всерос. науч.-практич. конф.( Москва). 2008. Воронеж. – С. 59-63.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ, СКЛОННЫХ К ПАССИВАЦИИ

*Винокурова И.М.*

доцент кафедры химии, канд. тех. наук, доцент,  
Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

*Жиленко В.А.*

студент кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного  
производства, Воронежский государственный технический университет,  
Россия, г. Воронеж

В статье исследованы основные принципы и концепции создания экспертных систем оптимизации электрохимических процессов титановых и алюминиевых сплавов.

*Ключевые слова:* тепловые эффекты, оптимизация процессов, импульсные методы анодной обработки.

Широкое использование в промышленности титана и алюминия в качестве конструкционных материалов представляет большой интерес для современных исследователей [1-7], а так как необходимое качество и точность обработки может достигаться только электрохимическим способом, то это в свою очередь создает ряд проблем. Создание необходимых технологических условий для процесса связано с особенностью электрохимической обработки металла. Так необходимо рассчитывать такие параметры, как скорость потока и температуру электролита, режимы подачи плотности тока, состав и концентрацию электролита и др. Отсутствие единой точки зрения относительно механизма процессов, происходящих при активном растворении и пассивации титана, заставляет вновь и вновь возвращаться к изучению данной проблемы.

Планирование эксперимента осуществлялось на основе анализа зависимостей основных кинетических параметров технологических процессов и их корреляции в условиях, определяемых реальными границами отклонений.

Для определения количественных характеристик физико-механических и физико-химических свойств материалов и их изменений в процессе электрохимического формообразования при планировании эксперимента осуществляется выбор числа и условий проведения опытов для полного решения задачи с требуемой точностью. Это необходимо для сокращения числа исследований до рационального минимума.

Алгоритм решения этой задачи в общем виде для типовых электрохимических процессов может быть представлен в виде следующей системы (рис. 1) [7].

Как показывают результаты предварительных исследований, зависимость времени решения задачи существенно зависит от опыта экспериментатора. Анализ этих зависимостей позволяет установить, что они имеют довольно сложный характер.





Рис. 1. Алгоритм решения задачи по планированию эксперимента

Однако минимальное число допускаемых экспериментатором ошибок лежит в пределах числа опытов (5-9), т.е. соответствует числу экспериментов. Одной из главных задач при планировании эксперимента является определение основных параметров (параметров первого порядка), определяющих качество и кинетические характеристики технологических процессов. Для их определения необходимо проведение экспериментальных исследований по аналогичным типовым процессам. Другой не менее значимой задачей является определение взаимосвязи и функциональных зависимостей между основными параметрами процесса и физико-химическими свойствами объектов исследований. При планировании эксперимента необходимо определиться и с границами изменения параметров, чтобы исключить проведение опытов, результаты которых не могут быть использованы для разработки новых технологий. Исходя из вышесказанного и на основе анализа литературных источников [1-6], в качестве основных параметров были выбраны: плотность тока, химический состав электролита и скорость электрохимического процесса. Зависимость ток-скорость растворения металла носит довольно сложный характер, поэтому эти оба параметра являются главными и определение их корреляции зависит от целого ряда факторов. Для определения оптимальной

температуры электролита мы исходим из предположения, что температура в зоне реакции является функционально зависимой от её среднего значения в объёме, а также других кинетических параметров процесса.

При определении параметров импульсного тока (частоты следования, их длительности и скважности) нижний предел частоты следования определяется из условий обеспечения стабильного состояния системы электрод-электролит, а верхний предел и длительность импульса должны обеспечивать возможность разряда потенциалопределяющей иона.

При выборе значения скважности импульсов основным условием являлось обеспечение возможности сохранения поверхности электрода в активном состоянии. Для определения экстремальных точек на кривых зависимостях применялось их дифференцирование непосредственно в ходе эксперимента.

На характеристические параметры анодных поляризационных кривых титана большое влияние оказывает скорость поляризации. Добавление анионов того или иного сорта в водный бромид-хлоридный раствор приводит к смещению потенциалов растворения (конкурирующая адсорбция). Галоидные ионы, так же как и гидроксил-ион, не вступают в окислительно-восстановительные реакции с промежуточными низковалентными частицами, что и приводит к электрохимическому окислению ионов титана до высшей устойчивой степени окисления. В отличие от этого кислородосодержащие анионы могут восстанавливаться, химически взаимодействуя с промежуточными низковалентными частицами. Наблюдаемые экспериментальные различия эффективной валентности в водных растворах нитрат-, хлорат, и перхлорат-ионов связаны, по всей видимости, с изменением реакционной способности этих анионов в реакциях рассматриваемого типа.

На характеристические параметры анодных поляризационных кривых титана большое влияние оказывает скорость поляризации. Обобщая экспериментальные данные по электрохимическому растворению титана, приведем схему анодного процесса (рис. 2). Добавление анионов того или иного сорта в водный бромид-хлоридный раствор приводит к смещению потенциалов растворения (конкурирующая адсорбция). Галоидные ионы, так же как и гидроксил-ион, не вступают в окислительно-восстановительные реакции с промежуточными низковалентными частицами, что и приводит к электрохимическому окислению ионов титана до высшей устойчивой степени окисления. В отличие от этого кислородосодержащие анионы могут восстанавливаться, химически взаимодействуя с промежуточными низковалентными частицами. Наблюдаемые экспериментальные различия эффективной валентности в водных растворах нитрат-, хлорат-, и перхлорат-ионов связаны, по всей видимости, с изменением реакционной способности этих анионов в реакциях рассматриваемого типа. Наблюдаемый в хлорид-нитратных и хлорид-перхлоратных водных растворах синергетический эффект, объясняется также [1].

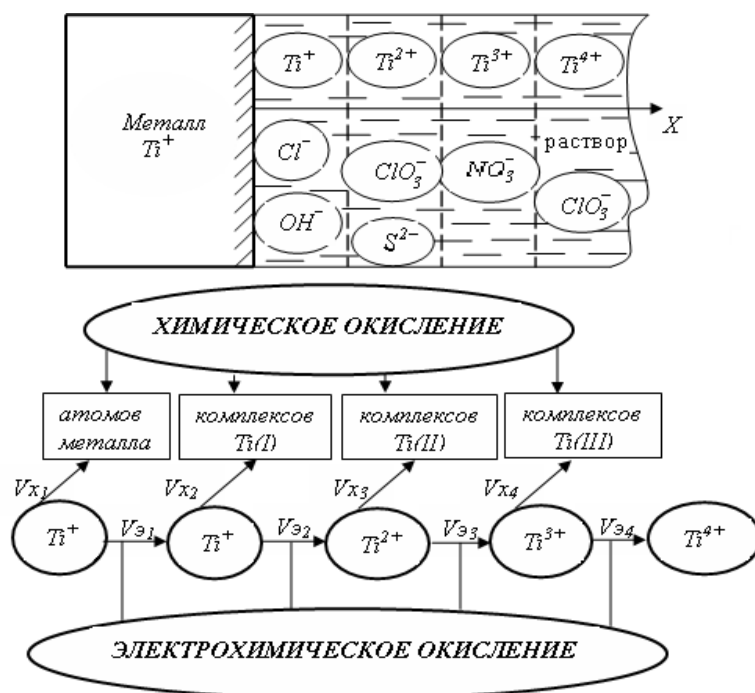


Рис. 2. Обобщенная схема процесса анодного растворения титана

Соотношение скоростей электрохимического и химического механизма определяет высокоскоростное анодное растворение окисление титановых сплавов промежуточными низковалентными частицами, а рабочая модель представляется следующим образом:

1) вблизи межфазной границы термодинамически возможно существование промежуточных комплексов с различными степенями окисления входящих в них металлических ионов. Чем выше степень окисления ионов, тем более удалена соответствующая зона от поверхности электрода. Комплексы с низшими степенями окисления адсорбированы на поверхности металла;

2) анионы различного рода, присутствующие в растворе, находятся на различном расстоянии от межфазной границы, зависящем от природы аниона. Что определяется в свою очередь сольватацией анионов в данном растворе, специфической адсорбцией его на данном металле и поляризуемостью аниона. Эти факторы определяют энергетическое состояние аниона с точки зрения возможности химического взаимодействия с продуктами анодного растворения металла;

3) возможно химическое взаимодействие промежуточных низковалентных частиц с анионом раствора. Условия протекания подобных реакций зависят от следующих параметров: во-первых, время жизни промежуточных низковалентных частиц должно быть достаточным, для химического взаимодействия ее с окислительным реагентом, т. е.  $\tau \geq 1/K$ , где  $K$  – константа рассматриваемой химической реакции. А скорость электрохимического и химического окисления промежуточных низковалентных частиц должны быть достаточно близки. Во-вторых, анионы раствора должны обладать достаточной окислительной и реакционной способностью.

Рассмотренные механизмы растворения металла, позволяют качественно объяснить механизмы растворения и моделировать режимы обработки, состав электролита. Таким образом, изучение особенностей характеристик

анодных кривых при анализе поведения титановых сплавов, создает необходимость учитывать и вносить поправку на ток возможного сопряженного электрохимического процесса для получения истинных значений токов растворения сплава.

#### Список литературы

1. Мандрыкина, И. М. Исследование взаимосвязи термокинетических и электрохимических параметров при импульсных режимах обработки титановых сплавов. Дис.... – Воронеж, 1998. – 210 с.
2. Винокурова, И.М. Определение оптимальных режимов при электрохимической размерной обработке титана и его сплавов с учетом особенностей тепломассопереноса [Текст] / И.М. Винокурова, В. П. Смоленцев // Изв. вузов Орел ГТУ. Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2009. № 1/273(559). – С. 67-73.
3. Винокурова, И.М. Методы расчета процессов формообразования при электрохимической размерной обработке металлов на основе титана [Текст] / И.М. Винокурова // Совершенствование производства поршневых двигателей для малой авиации: тр. отраслевой научно-технич. конф. – М.: Машиностроение, 2008. – С. 115-123.
4. Винокурова, И. М. Разработка методики моделирования высокоскоростного анодного растворения титановых сплавов [Текст] / И. М. Винокурова, В.А. Жиленко // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”, 2015. – Ч. II. – С. 190-194.
5. Винокурова, И.М. Моделирование температурных полей при анодной обработке металлов склонных к пассивации [Текст] / И.М. Винокурова, В.П. Смоленцев // Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии: матер. междунар. науч. конф. – Курск, 21-23 сентября 2016. С. 117-119.
6. Винокурова, И. М. Технология обработки точных деталей с учетом нестабильности температурного поля [Текст] / И.М. Винокурова, В. Ю. Склокин // Нетрадиционные методы обработки. Межвуз. сб. науч. трудов. Выпуск 9. Ч. 2. – М.: Машиностроение, 2009. – С. 202-210.
7. Шалимов, Ю. Н. Оптимизация электрохимического процесса обработки алюминиевой фольги в производстве конденсаторов [Текст]: монография / Ю. Н. Шалимов, И. М. Мандрыкина, Ю. В. Литвинов. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2000. – 343 с.

## СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНЕЙНОЙ АРМАТУРЫ NILED И ENSTO

*Герасимов Д.В.*

магистрант, Юго-Западный государственный университет,  
Россия, г. Курск

*Базарова Е.А.*

бакалавр, Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

В данной статье рассматриваются два проектных решения строительства воздушной линии электропередач 0,4 кВ самонесущим изолированным проводом. Приводится сравнение затрат на строительство воздушной линии при использовании железобетонных стоек и использовании арматуры NILED и деревянных стоек и арматуры ENSTO. Сделан вывод о целесообразности каждого из решений.

*Ключевые слова:* СИП, воздушная линия, линейная, арматура, NILED, ENSTO.

В России самонесущие изолированные провода начали применять в начале 2000-х годов. Опыт эксплуатации показал их значительное преимущество перед проводами без изоляции – при начальных больших вложениях имеется сокращение издержек на обслуживание линий. В настоящее время большинство воздушных линий в сельской местности напряжением 0,4 и 10 кВ выполняются с применением СИП.

Для монтажа СИП применяется специализированная арматура. Наиболее широко используется арматура компаний ENSTO и NILED [1]. Эти компании представляют на рынке все необходимую номенклатуру оборудования для строительства линий электропередач, с применением изолированного провода.

Произведем сравнение двух вариантов решений строительства воздушных линий на примере одного из коттеджных поселков в Ленинградской области. В первом варианте строительство ВЛ будет производиться с применением арматуры NILED и железобетонными опорами. Второй вариант с применением арматуры ENSTO и деревянными опорами. Сравнив эти два варианта сделаем вывод, какое из решений наиболее приемлемо.

Поселок расположен в Приозерском районе Ленинградской области. Для электроснабжения поселка необходимо произвести строительство ВЛ напряжением 10 кВ и два участка ВЛ напряжения 0,4 кВ отходящих от новой трансформаторной подстанции. По техническому заданию ВЛ 10 кВ необходимо выполнить используя провод СИП-3 сечением  $50 \text{ мм}^2$ , а ВЛ 0,4 кВ выполнить проводом СИП-2 с сечением фазных жил  $70 \text{ мм}^2$  и сечением нулевой жилы  $70 \text{ мм}^2$ . План прохождения трассы представлен на рисунке. Длины пролетов рассчитаны с учетом ветровой, гололёдной нагрузки, а также рельефа и особенностей данной местности.



Рис. План трассы ВЛ

Составим спецификацию для ВЛИ-0,4 кВ используя железобетонные опоры и линейную арматуру компании NILED [2].

Таблица 1

**Спецификация ВЛ. Арматура NILED**

	Наименование	шт./м	Количество	Цена за шт/м
<b>Железобетонные конструкции</b>				
1.	Стойка СВ95-3	шт.	19	5700 руб
2.	Стойка СВ110-5	шт.	6	7500 руб
<b>Металлические конструкции</b>				
1.	Крепление укоса У4	шт.	4	1339 руб.
2.	Стяжка Х89	шт.	3	1235 руб.
3.	Заземляющий проводник ЗП6	м.	6	149 руб.
<b>Линейная арматура NILED</b>				
1.	Лента стальная F207	м.	42	99 руб.
2.	Скрепа NC20	м.	22	20 руб.
3	Бугель NB20	м.	20	22 руб
4	Комплект пром. Подвески ES1500	шт.	11	931 руб.
5	Анкерный кронштейн CS10.3	шт.	10	337 руб.
6	Анкерный зажим PA1500	шт.	12	847 руб.
7	Зажим P72	шт.	18	442 руб.
8	Зажим CD35	шт.	18	124 руб.
9	Стяжной хомут E778	шт.	36	9 руб.

Итого затраты на материалы для постройки воздушной линии используя арматуру NILED и железобетонные стойки будут составлять:

Таблица 2

**Общие затраты NILED**

Железобетонные конструкции	153 000,00 руб.
Металлические конструкции	9 955,00 руб.
Линейная арматура	39 325,00 руб.
<b>Итого</b>	<b>202 280,00 руб.</b>

Таблица 3

**Спецификация ВЛ. Арматура ENSTO**

Наименование	шт./м	Количество	Цена за шт/м
1	2	3	4
<b>Деревянные конструкции</b>			
Стойка деревянная С1	шт.	25	4773 руб
<b>Металлические конструкции</b>			
Заземляющий проводник ЗП6	м.	6	149 руб
<b>Линейная арматура</b>			
Лента стальная СОТ 37	м.	42	108 руб
Скрепа СОТ36	шт.	42	32 руб
Комплект пром. Подвески SO 260	шт.	11	815 руб
Анкерный кронштейн SO 253	шт.	10	292 руб
Анкерный зажим SO 250.01	шт.	12	717 руб

1	2	3	4
Стяжной ремешок PER 26.375	шт.	36	8 руб
Сталь круглая d10 мм	м.	126	37 руб

Итого затраты на материалы для постройки воздушной линии используя арматуру ENSTO и Деревянные стойки будут составлять:

Таблица 4

**Общие затраты ENSTO**

Деревянные конструкции	119 000,00 руб.
Металлические конструкции	894,00 руб.
Линейная арматура	31 319,00 руб.
Итого	151 213,00 руб.

Сравнив затраты на строительство можно сделать вывод о том, что проектное решение использующие линейную арматуру ENSTO менее затратно, как в расходах на арматуру, так и в расходах на стойку. Однако, стоит заметить, что деревянные стойки более требовательны к соблюдению технологии изготовления. В случае некачественно пропитанных антисептическим составом деревянных стоек срок службы линии составит не более нескольких лет, и вся экономия на материалах обернется дополнительными расходами на реконструкцию линии. При наличии сомнений в качестве поставляемых деревянных стоек и условий эксплуатации, характеризующихся высокой влажностью следует применить решения, использующее железобетонные опоры и арматуру NILED, несмотря на большие строительные затраты.

**Список литературы**

1. Одноцепные и двухцепные железобетонные опоры ВЛИ 0,38 кВ с СИП 2-А с линейной арматурой нилед. Типовой проект 25.0017.
2. Угловые опоры ВЛИ, 4 КВ одностоечной конструкции на стойках типа СВ 105, СВ 110. Типовой проект 21.0112.

**ПОИСК СООТВЕТСТВЕННЫХ ТОЧЕК  
НА РАЗНОВРЕМЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОБЪЕКТА**

***Домрачева А.Б.***

доцент кафедры теоретической информатики и компьютерных технологий,  
к.т.н., доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

***Щедромирский С.В.***

студент кафедры теоретической информатики и компьютерных технологий,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

Проводится апробация инвариантного к масштабу алгоритма сопоставления точек на разновременных изображениях объекта. Проводится оценка точности сопоставления на тестовых данных. Даются рекомендации по применению метода.

*Ключевые слова:* машинное зрение, разновременные снимки, соответственные точки, алгоритмы сопоставления, дескрипторы.

В последние годы все активнее находят практическое применение технологии «машинного зрения». В частности, работы [1, с.220] и [2, с.374] посвящены решению задач позиционирования мобильного объекта, на котором установлена монокулярная камера потребительского класса. Требуется определить углы наклона и поворота видеокамеры, установленной на перемещающемся объекте по серии изображений. Такая постановка задачи характерна не только для навигации и позиционирования самопilotируемых объектов, но может решаться в различных сферах, включая медицинские приложения.

Задача решается поэтапно. Первый этап – ориентация изображений окружающей обстановки в выбранной системе координат, а также взаимная попарная ориентация изображений серии. Второй этап – уравнивание пар изображений с целью минимизации ошибок ориентации. Третий этап – непосредственно определение положения позиционируемого объекта в выбранной системе координат.

Основными алгоритмами первого этапа являются алгоритмы поиска ключевых (соответственных) точек на паре изображений. Традиционные подходы, основанные на корреляционном сопоставлении изображений при динамическом изменении сцены (изменении масштаба, положения объекта на изображении, положения камеры), становятся неработоспособными.

Известен ряд алгоритмов, инвариантных к таким преобразованиям, являющихся модификациями, запатентованного в США метода Scale Invariant Feature Transform (SIFT) [4, с. 91]. Метод SIFT основан на построении дескрипторов особых точек – наборов значений, характеризующих окрестности рассматриваемых точек. Метод показывает хорошую точность сопоставления, хотя является вычислительно сложным, что, в свою очередь, приводит к снижению быстродействия, актуального в задачах позиционирования.

Так в [3, с. 3] рассматривается быстрый детектор Speeded Up Robust Features (SURF). В [5, с. 1] описано построение дескриптора – Principal Component Analysis – Scale Invariant Feature Transform (PCA-SIFT). На основе метода главных компонент (PCA) дескриптор традиционной размерности 128 (4x4x8), принятой в SIFT уменьшается до 32 (2x2x8), что также способствует повышению быстродействия. Сочетание преимуществ этих подходов позволяет добиться удовлетворительного качества поиска соответственных точек при обеспечении быстродействия.

В качестве тестовых данных выбраны семь последовательных изображений томограммы позвоночного столба, полученных с шагом 1 мм. На рисунке приведены результаты сопоставления двух последовательных изображений. Ложные соответствия удалялись с помощью адаптивного алгоритма RANSAC [6, с. 381], кроме того истинные соответствия визуально определялись экспертом.



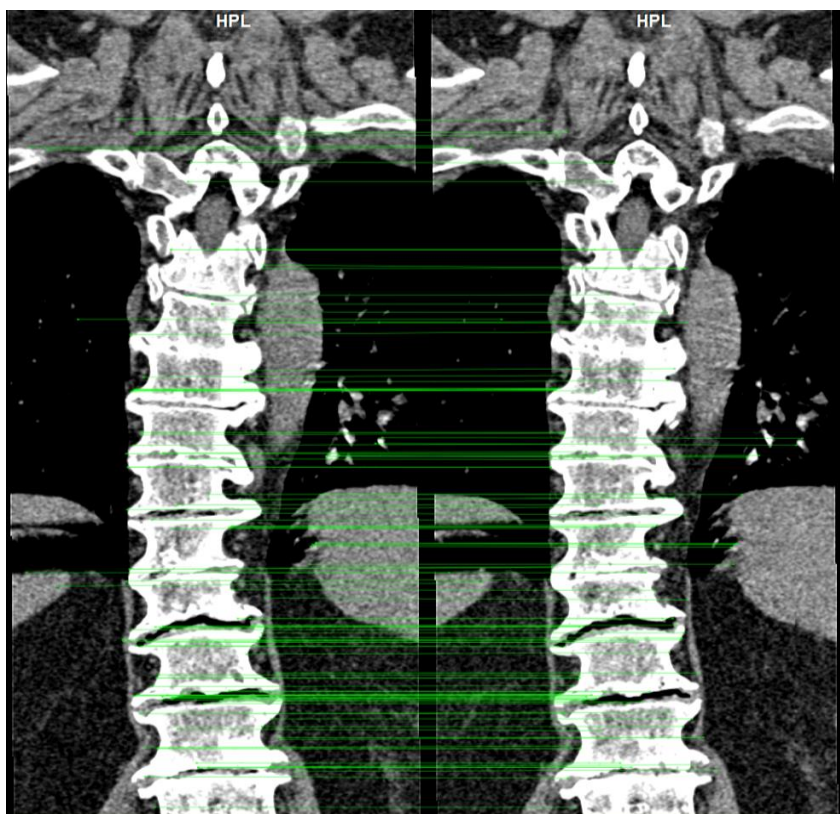


Рис. Результат сопоставления соответственных точек на двух изображениях

В таблице приведены показатели точности сопоставления пары первого и  $i$ -го,  $i=2, \dots, 7$  изображений из тестового набора.

Таблица

**Точность сопоставления двух изображений**

№	Номера сравниваемых изображений	Количество соответствий	Соотношение истинных соответствий к найденным (%)
1	1-2	129	100
2	1-3	40	97
3	1-4	41	100
4	1-5	34	97
5	1-6	27	92
6	1-7	18	94

Очевидно, при увеличении расстояний между изображениями количество найденных соответствий резко уменьшается. Обратим внимание, что по сути на рисунке сравниваются изображения разных объектов (различные срезы томограммы), обладающие при этом определенным сходством. При регистрации одного и того же объекта в разное время (разновременные изображения объекта) также возможно изменение внешнего вида объекта при сохранении общего подобия. Таким образом, число найденных соответствий может служить также количественной мерой сходства разновременных снимков.

#### Список литературы

1. Домрачева А.Б. Анализ точности определения трехмерной ориентации монокулярной камеры с использованием точек схождения перспективы, обнаруженных в серии изображений // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2014. №1. С. 220-223.

2. Домрачева А.Б., Кудеров П.В. Применение метода трехмерной ориентации монокулярной камеры с использованием точек схождения перспективы в условиях городской застройки // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2015. Т. 1. С. 374-377.
3. Bay H., Tuytelaars T., Gool L.V. SURF: Speeded Up Robust Features. Available at: <http://vision.ee.ethz.ch/~surf/eccv06.pdf>, accessed 25.11.2016.
4. David G. Lowe Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints// International Journal of Computer Vision. 2004. V.60. Issue 2, pp. 91-110.
5. Ke Y., Sukthankar R. PCA-SIFT: A More Distinctive Representation for Local Image Descriptors // Computer Vision and Pattern Recognition, 2004. Available at: <http://cs.cmu.edu/~yke/pcasift/pca-sift-cvpr-04.pdf> , accessed 25.11.2016.
6. Fischler Martin A., Bolles Robert C. Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography// Communications of the ACM: ACM New York, USA, 1981. T.24, pp. 381–395. Available at: <http://dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a460585.pdf> accessed 25.11.2016.

## **ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩАХ**

***Ершова И.Г.***

доцент кафедры машиноведения, кандидат технических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

***Ершов М.А.***

доцент кафедры биоэкологии и химии, кандидат химических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

***Поручиков Д.В.***

инженер-конструктор, ООО «МИКОНТ», Россия, г. Чебоксары

В статье описано устройство для регулирования относительной влажности воздуха в картофелехранилище, при помощи которого возможно получение качественной водовоздушной смеси с оптимальной относительной влажностью, и осуществляется ее подача в картофелехранилище.

*Ключевые слова:* картофелехранилище, микроклимат, инновационное устройство, поддержание влажности.

При хранении картофеля в картофелехранилище при отклонении относительной влажности воздуха от оптимального значения датчик относительной влажности подает сигнал на элементы автоматики, и блок управления запускает в работу вентилятор, водяной насос и электрогидравлическую форсунку [1,2,3].

При этом вода из водяного бака поступает в водяной насос и с повышенным давлением в требуемом количестве направляется в форсунку, кото-

рая в мелкораспыленном виде подает ее в смесительную камеру, где происходит подмешивание и насыщение воздуха водой. Полученная водовоздушная смесь поступает в картофелехранилище и относительная влажность воздуха в картофелехранилище доводится до оптимального значения.

Представленное на рисунке устройство для регулирования относительной влажности воздуха содержит смесительную камеру 1, электрогидравлическую форсунку 2; патрубки 3, 4; электрический вентилятор 5; электрический водяной насос 6; водяной бак 7; поплавковый клапан 8; фильтр 9; датчик относительной влажности 10; блок управления 11; задатчик 12; блок сравнения 13; каналы подачи воды 14, 15, 16; канал подачи воздуха 17; канал подачи водовоздушной смеси 18; каналы подачи электроэнергии 19, 20, 21; каналы подачи электрических сигналов 22, 23, 24 [4].

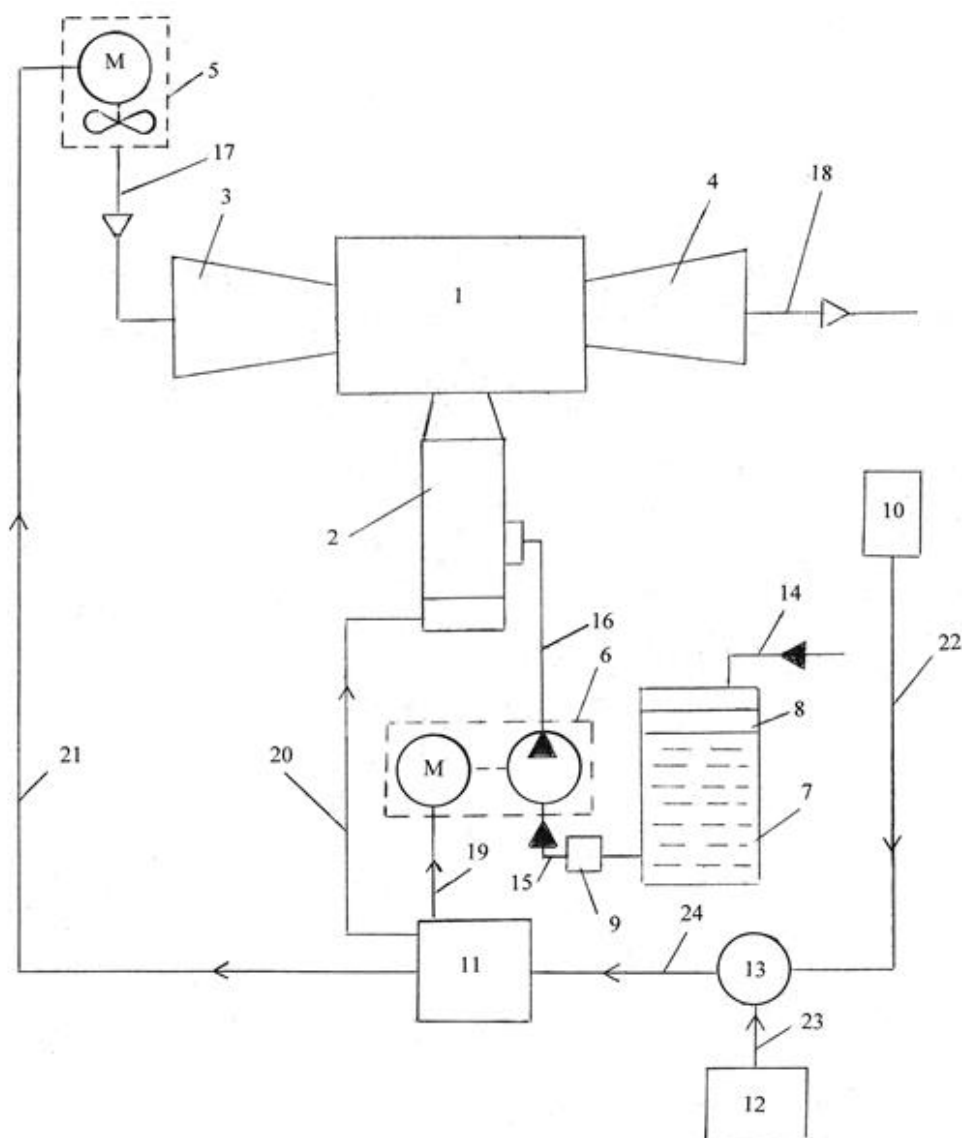


Рис. Устройство для регулирования относительной влажности воздуха в картофелехранилище

Таким образом, разработанное устройство для регулирования относительной влажности воздуха в картофелехранилище позволит поддерживать

оптимальные параметры воздуха в картофелехранилище и обеспечивать длительное хранение продукции с минимальными потерями до получения нового урожая.

#### Список литературы

1. Патент 2350850, F24F11/00. Способ автоматического управления параметрами воздуха/А.А.Рымкевич, А.М.Костыря, А.А.Качкин; опубл.27.03.2009.
2. Волкинд И.Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.:ил.
3. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУТУ им.Н.Э.Баумана, 2002. – 376 с.
4. Патент 117256 Российская Федерация, МПК А01F25/00 (2006.01). Устройство для регулирования относительной влажности воздуха в картофелехранилище; заявитель и патентообладатель – Васильева И. Г. – № 2011136804/13, заявл. 05.09.2011; опубл. 27.06.2012. Бюл. № 18. – 6 с.: ил.

### ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

*Ершова И.Г.*

доцент кафедры машиноведения, кандидат технических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

*Ершов М.А.*

доцент кафедры биоэкологии и химии, кандидат химических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

*Поручиков Д.В.*

инженер-конструктор, ООО «МИКОНТ», Россия, г. Чебоксары

Поддержание температурного режима картофелехранилища осуществляется при помощи устройства для регулирования температурного режима картофелехранилища с использованием теплового насоса.

*Ключевые слова:* температурный режим, картофель, хранение, тепловой насос, картофелехранилище.

Основными элементами данной установки являются возобновляемый источник энергии, к которому относятся: солнечный источник тепловой энергии, низкопотенциальный источник энергии и искусственный источник энергии, под действием которых в течение круглого года вырабатывается электроэнергия, тепловая энергия и холод [1, 2].

Предлагаемый тепловой насос представлен на рисунок и содержит каналы подвода 1 и отвода 2 низкопотенциального источника энергии; электрический компрессор 3; конденсатор 4; дроссельный вентиль 5; основной испаритель 6; дополнительный испаритель 7; первый, второй, третий элек-

тронные трехходовые краны 12, 13, 8; картофелехранилище 9; электрические насосы 10, 11; объект отопления 14; датчик температуры 15; блок управления 16; блок сравнения 17; задатчик 18; блок питания 19; переключатель 20; каналы хладагента 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27; каналы теплоносителя 28, 29, 30, 33, 34, 31, 32; каналы хладоносителя 35, 36, 37; каналы подачи электроэнергии 38, 39, 40, 41, 42, 43, 47; каналы подачи электрических сигналов 44, 45, 46.

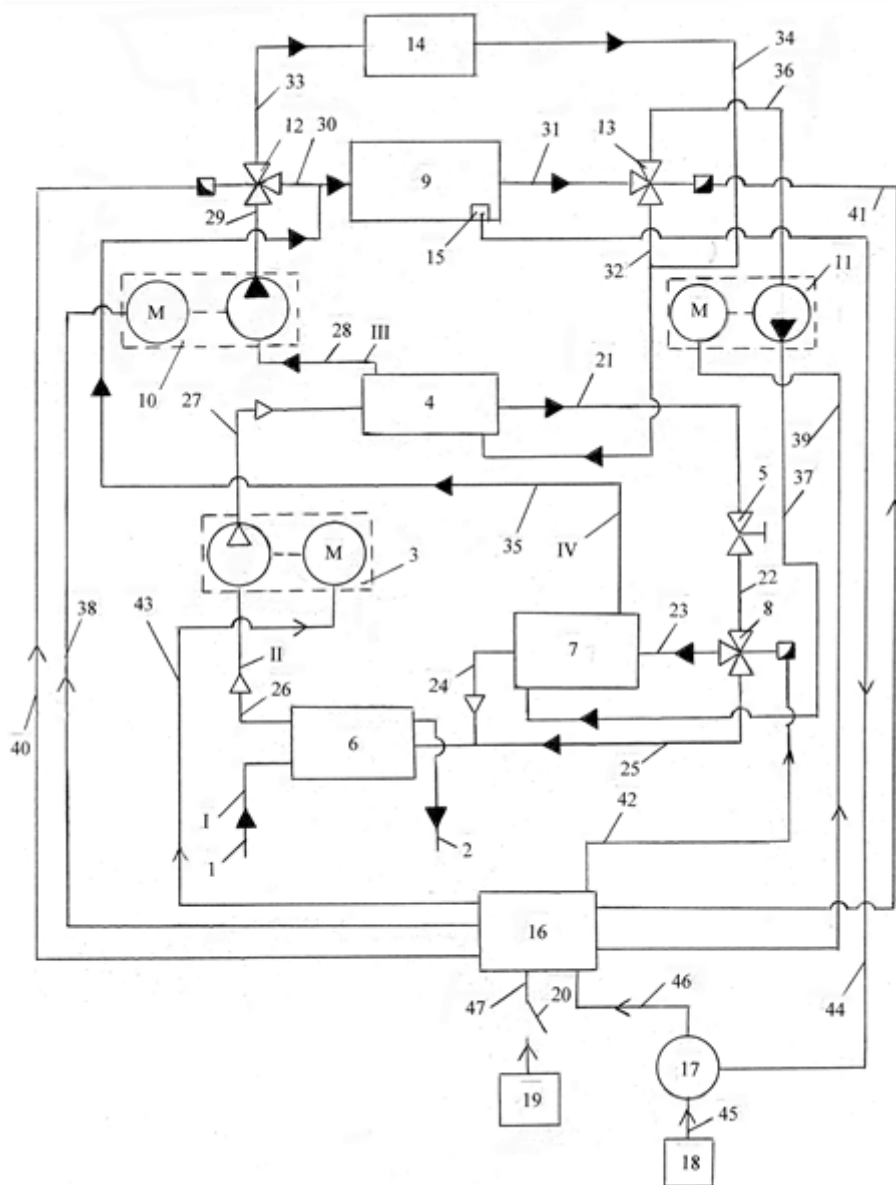


Рис. Устройство для регулирования температурного режима картофелехранилища с использованием теплового насоса

Принцип работы заключается в следующем. Если температура солнечного источника энергии менее  $80^{\circ}\text{C}$  в системе начинает работать низкопотенциальный источник энергии, который с помощью теплового насоса увеличивает температуру теплоносителя до  $80^{\circ}\text{C}$  и при помощи турбогенератора вырабатывает электроэнергию. Тепловая энергия используется для обслуживания объекта отопления и абсорбционной холодильной машины.

В случае повышения температуры теплоносителя до 90 °С выключается работа низкопотенциального источника энергии и в системе начинает работать солнечный источник энергии, который аналогично вырабатывает электрическую, тепловую энергию и холод.

В случае понижения температуры теплоносителя ниже 50 °С в работу подключается искусственный источник энергии (котельная газовая установка), которая аналогично вырабатывает электрическую, тепловую энергию и холод [3].

Таким образом, предложенная энергоресурсосберегающая установка может удовлетворить потребность в электроэнергии и холоде промышленных объектов и сельхозпроизводителей. Применение АБХМ позволяет сохранить качество сельхозпродуктов и увеличить их срок хранения, и отличается значительно меньшим расходом электроэнергии и ее применение сельхозпроизводителями позволяет снизить как эксплуатационные расходы, так и стоимость ввода в эксплуатацию.

#### **Список литературы**

1. Патент РФ № 100873, F24J2/04. Устройство для хранения картофеля / В. Н. Тимофеев, И. Г. Васильева; опубл. в БИ № 1 от 10.01.2011.
2. Патент РФ № 2017388 С1, МПК А0F25/00. Способ хранения картофеля и устройство для его осуществления / В.И.Терентьев, Б.П.Коршунов, Н.Н.Толкачев, В.Н.Абросимов; опубл. в БИ от 15.08.1994.
3. Патент 123909 Российская Федерация, МПК F02G5/02. Устройство для регулирования температурного режима картофелехранилища с использованием теплового насоса; заявитель и патентообладатель – Васильева И. Г. – № 2012103116/06, заявл. 30.01.2012; опубл. 10.01.2013. Бюл. № 1.

## **ЭКОУСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

***Ершова И.Г.***

доцент кафедры машиноведения, кандидат технических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

***Ершов М.А.***

доцент кафедры биоэкологии и химии, кандидат химических наук,  
Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева,  
Россия, г. Чебоксары

***Поручиков Д.В.***

инженер-конструктор, ООО «МИКОНТ», Россия, г. Чебоксары

Экологичное энергоресурсосберегающее устройство позволяет решить вопросы экономии топливно-энергетических ресурсов, а также вопросы защиты окружающей среды от тепловых и токсичных выбросов.

*Ключевые слова:* энергоресурсосбережение, тепловой насос, терморегулятор, трехходовой кран, автономная работа.

Основными элементами данной установки являются возобновляемый источник энергии, к которому относятся: солнечный источник тепловой энергии, низкопотенциальный источник энергии и искусственный источник энергии, под действием которых в течение круглого года вырабатывается электроэнергия, тепловая энергия и холод.

Принцип работы заключается в следующем. Если температура солнечного источника энергии менее  $80^{\circ}\text{C}$  в системе начинает работать низкопотенциальный источник энергии, который с помощью теплового насоса увеличивает температуру теплоносителя до  $80^{\circ}\text{C}$  и при помощи турбогенератора вырабатывает электроэнергию. Тепловая энергия используется для обслуживания объекта отопления и абсорбционной холодильной машины.

В случае повышения температуры теплоносителя до  $90^{\circ}\text{C}$  выключается работа низкопотенциального источника энергии и в системе начинает работать солнечный источник энергии, который аналогично вырабатывает электрическую, тепловую энергию и холод.

В случае понижения температуры теплоносителя ниже  $50^{\circ}\text{C}$  в работу подключается искусственный источник энергии (котельная газовая установка), которая аналогично вырабатывает электрическую, тепловую энергию и холод.

На рисунке представлена энергоресурсосберегающая установка, которая содержит: солнечный источник тепловой энергии 1; низкопотенциальный источник энергии 2; тепловой насос 3; искусственный источник тепловой энергии 4; турбину 5; генератор 6; испаритель 7; конденсатор 8; объект отопления 9; абсорбционную холодильную машину 10; электрические насосы 11, 12; электронные трехходовые краны 13, 14, 15, 16; трехходовые краны 17, 18; блок управления 19; датчики температуры 20, 23, 26; блок сравнения 21, 24, 27; задатчики 22, 25, 28; сигнализатор 29; эксплуатационный пульт управления 30; переключатель возобновляемого источника энергии 31; переключатель искусственного источника энергии 32; газовый баллон 33; электромагнитный клапан 34; газовый котел 35; каналы теплоносителей 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60; каналы низкокипящего вещества 47, 48, 49, 50; каналы подачи электроэнергии 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67; каналы подачи электрических сигналов 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76; каналы передачи электроэнергии к потребителю 77; каналы подачи газа в котел 78, 79.

Таким образом, применение АБХМ позволяет сохранить качество продуктов и увеличить их срок хранения, и отличается меньшим расходом электроэнергии и ее применение сельхозпроизводителями позволяет снизить как эксплуатационные расходы, так и стоимость ввода в эксплуатацию.

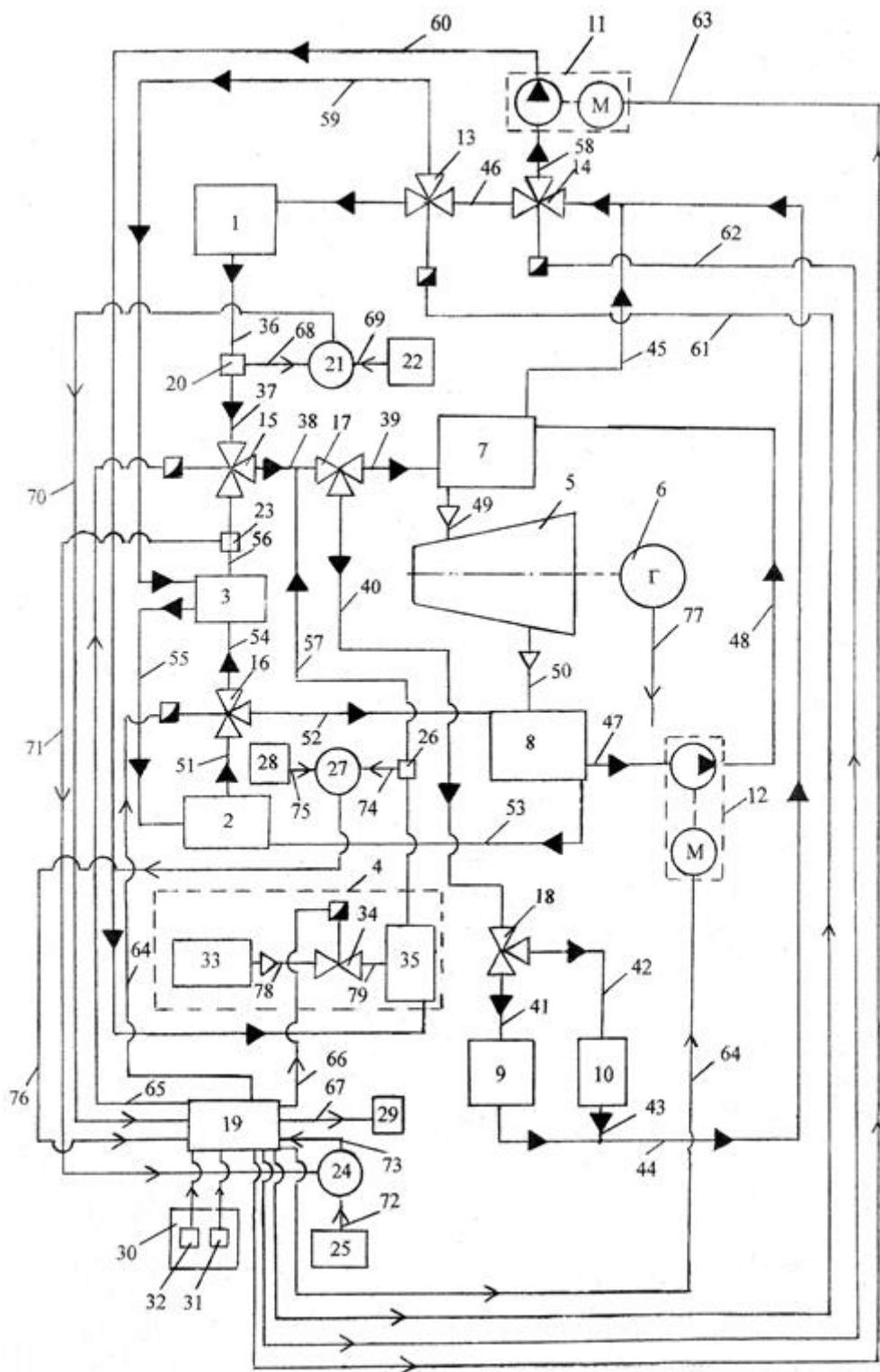


Рис. Инновационная энергоресурсосберегающая установка

### Список литературы

1. Патент № 86247, F02G5/02. Устройство для превращения солнечной энергии в электрическую / В.Н.Тимофеев, Д.В.Тимофеев, М.А.Тимофеев; опубл. в БИ 27.08.2009.
2. Патент № 2184873, F03G6/00. Силовая установка на солнечной энергии / А.Ф.Исачкин; опубл. в БИ 10.07.2002.
3. Патент 109507 Российская Федерация, МПК F03G6/00 (2006.01). Энергоресурсосберегающая установка; заявитель и патентообладатель – Васильева И. Г. – № 2011119127/06; заявл. 12.05.2011; опубл. 20.10.2011. Бюл. № 29. – 9 с.: ил.



## РЕШЕНИЕ МАРШРУТНЫХ ЗАДАЧ В НЕСТАЦИОНАРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДИСКРЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

**Клюкин В.Э.**

доцент кафедры технической физики, канд. физ.-мат. наук,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

**Плотников В.Ю.**

ст. преподаватель кафедры технической физики,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Концепция интеллектуальных агентов применена к решению маршрутных задач в нестационарном пространстве дискретных состояний. Рассмотрены методы оптимизации поиска решения. Разработана практическая реализация программы рефлексного агента на основе знаний, действующего в большом пространстве нестационарных дискретных состояний (до 1 млн. состояний), в виде одностраничного клиент/серверного приложения реального времени с использованием алгоритма A Star (A\*).

*Ключевые слова:* искусственный интеллект: современный подход, маршрутные задачи, нестационарные пространства дискретных состояний, эвристический поиск, алгоритм A Star (A\*).

Методы решения маршрутных задач хорошо разработаны для стационарных пространств состояний [1]. Однако практика выдвигает многочисленные проблемы, приводящие к маршрутным задачам в нестационарных пространствах, состояние которых изменяется непосредственно в процессе решения маршрутной задачи. Перехват маневрирующей цели, выход из лабиринтов лесного пожара, оптимальный процесс обучения конкретного студента, школьника, задачи робототехники и стратегических игр – лишь маленький перечень задач, выполняющихся в среде нестационарных состояний.

Нам не известны работы, развивающие оптимизационные методы для таких маршрутных задач. В то же время, современный подход к искусственному интеллекту на основе концепции интеллектуальных агентов, словно специально предназначен для решения задач в нестационарных пространствах [2]. У нас есть некоторая практика решения подобных маршрутных задач, и мы хотим обсудить наши идеи с сообществом в этой короткой работе. Надеемся вскоре опубликовать обстоятельную статью, находящуюся в разработке.

Как известно, поведение агента может быть описано с помощью *функции агента*, которая отображает конкретную последовательность актов восприятия проблемной среды на некоторое действие. Если акты восприятия (шаги агента) выполнять настолько часто, чтобы внутри шага среда оставалась неизменной, то агент может успешно справляться с *нестационарностью* проблемной среды. Это следует из самой функции взаимодействия агента со средой.

Если функция агента представляет собой абстрактное математическое описание, то ее конкретная реализация, действующая в рамках архитектуры агента и проблемной среды, – *программа агента*. Опуская математическое обоснование функции агента и подробное алгоритмическое рассмотрение программы агента в этой короткой заметке, приведем лишь экспериментальную проверку выдвинутых положений, подтверждающую успешность действий интеллектуального агента в проблемной среде нестационарных дискретных состояний.

В эксперименте была рассмотрена проблемная среда действия агента большой размерности – до 1 млн. дискретных состояний (и это не предел). Для простоты и скорости проведения эксперимента среда была выбрана плоской, а агент – рефлексного типа, действующий на основе знаний (генератора правил «Условие – Действие»). В среде размещался лабиринт запрещенных состояний Агента, при выходе из которого открывался свободный путь к Цели – финишной точке движения Агента. Нестационарность проблемной среды задавалась в одних случаях убегающей Целью, в других – изменяющимся лабиринтом.

Задача описывалась нестационарным графом, который, из-за большой размерности, автоматически строился лишь в небольшой окрестности текущей точки размещения Агента. Оптимизация движения Агента задавалась при этом с помощью выращивания виртуальных деревьев из текущей точки размещения Агента и применения к ним эвристического алгоритма поиска виртуального пути. Из известных алгоритмов: Дейкстры, Беллмана, Нильсона, волнового алгоритма и других, мы приняли кажущийся нам эффективнее для такой задачи – эвристический алгоритм A Star (A\*), поскольку был успешный опыт его использования в предыдущих разработках.

Наибольшие затруднения на первых этапах вызвала даже не разработка программы агента, основанного на знаниях, и его взаимодействии с проблемной средой (благо у нас уже был опыт программирования близких задач на Прологе [4]), а визуализация перемещения Агента к Цели в нестационарной изменяющейся среде состояний. Архитектура программы агента состоит из базы знаний и решателя задач, стандартно взаимодействующих друг с другом [5]. Такая архитектура составляет устойчивое центральное ядро всей программы агента, и входящие в него модули лишь немного корректируются при изменении стратегии агента. Архитектура программы визуализации перемещения Агента к Цели, являясь тестовым индикатором, пока еще не разработана так подробно и не имеет устойчивого ядра, взаимодействующего с окружением. Поэтому изменения в стратегии агента отрывают слишком много времени на перепрограммирование подсистемы визуального тестирования результатов.

Для визуализации было решено выбрать два подхода, в которых у нас был наибольший опыт: первый – построить быстродействующее одностороннее приложение на основе JavaScript, фреймворка React, WebPack и др. Второй – подобрать подходящий игровой движок на основе JavaScript. Второй подход безусловно перспективнее, но находится еще в разработке. По-

этому в данном сообщении приведем результаты испытаний на основе уже разработанного первого подхода (рисунок) [5].

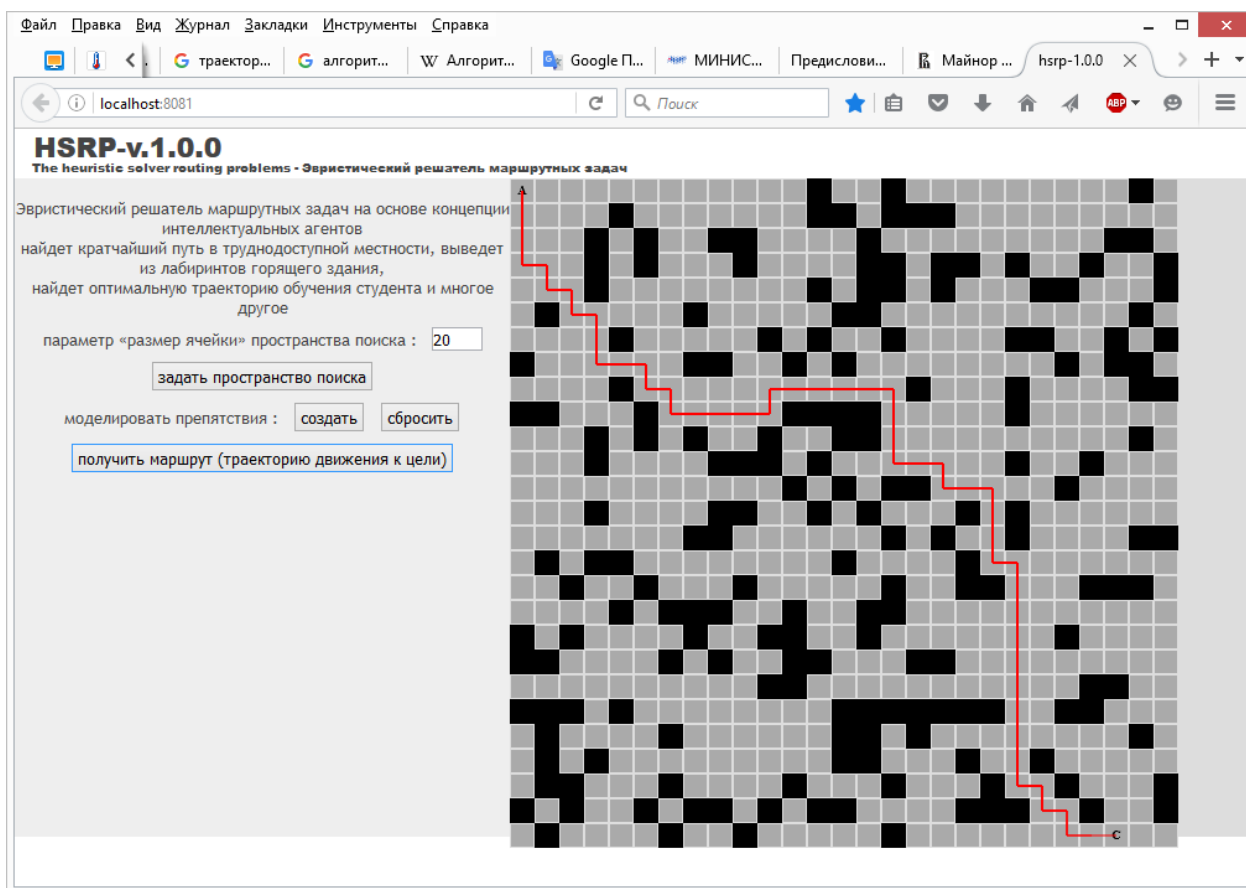


Рис. Агент догоняет убегающую цель в зашумленном пространстве состояний

Пространство состояний здесь намеренно уменьшено до одной тысячи состояний, чтобы их видел читатель. Число состояний в данной разработке можно довести до 100 тысяч. Заметим, что при втором подходе (в виде игрового движка) число состояний среды может быть доведено до 1 млн. и даже больше.

Таким образом, решение маршрутных задач в нестационарном пространстве дискретных состояний на основе интеллектуальных агентов подтверждено, по крайней мере экспериментально.

#### Список литературы

1. Ченцов А.А. Некоторые маршрутные задачи последовательного обхода множеств. Дисс. к.ф.-м.н., Ин-т Математики и механики УрО РАН, 2003.
2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. Пер. с англ. – М.: «И.Д. Вильямс», 2015. – 1408 с.
3. Клюкин В. Э. Программа-решатель для дедуктивного вывода из системы нечетких импликаций с произвольным числом посылок на языке SWI-Prolog. – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013615326 от 04 июня 2013 г.
4. Клюкин В.Э., Плотников В.Ю., Евсиков Д.С. Игровая программа-решатель маршрутных задач методом интеллектуального эвристического поиска типа клиент/сервер на языке SWI-Prolog [http. //](http://) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015615821 от 25 мая 2015 г.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

*Кондратенко А.Г.*

студентка кафедры программно-математического обеспечения,  
Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского,  
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье изложены преимущества современных электронных форм хранения информации, а также представлен обзор программно-аппаратных комплексов обработки данных. Предложен к использованию мобильный программно-аппаратный комплекс, способствующий повышению эффективности обработки и предоставления информации.

*Ключевые слова:* информационные ресурсы, инновации, программно-аппаратный комплекс, электронная библиотека, программное обеспечение.

Характерной чертой развития современного общества является то, что информация существует и предоставляется пользователям как в традиционной печатной, так и в электронной форме. Безусловно, книги и другие печатные документы как объекты и средства фиксации и распространения информации, накопленной человечеством, существовали и будут существовать. В тоже время современные информационные технологии позволяют осуществлять не только широкомасштабный перевод имеющейся информации в электронную форму, но и создавать новые информационные ресурсы непосредственно в электронном виде. Такая форма представления информации помимо значительного ускорения коммуникативных процессов дает возможность на качественно новом уровне организовать процессы производства, хранения, обработки и распространения информации.

Обеспечение публичного, в том числе удаленного, доступа пользователей к электронным информационным ресурсам стало одной из первоочередных задач информационного обслуживания. В современных условиях уже не требует доказательств, что концепция информационного обслуживания, базирующегося только на основе печатных носителей, устарела, и ей на смену пришла другая, основанная на электронном представлении самой разнообразной информации, тиражируемой в неограниченном количестве и мгновенно доступной через глобальные сети передачи данных независимо от времени и местонахождения пользователя.

В связи с этим существенно изменяются роль и функции такого социального института, как библиотека – основного хранилища и распространителя информации. Общеизвестно, что наиболее эффективно информационно-библиотечное обслуживание для нужд науки, культуры и образования сегодня достигается путем создания электронных библиотек.

Электронная библиотека – информационная система, позволяющая надежно сохранять и эффективно использовать разнообразные коллекции электронных документов (текстовых, изобразительных, звуковых, видео и

др.), локализованных в самой системе, а также доступных ей через телекоммуникационные сети [2, с. 17].

Как показало изучение, посредством электронной библиотеки могут быть решены следующие задачи: обеспечение более широкого доступа к документам, предоставление которых читателям затруднено или ограничено (редких книг, фотоальбомов, рукописных книг, диссертаций и т. п.); организация фондов документов/данных, существующих исключительно в электронной форме, их каталогизация и обеспечение доступа к ним потребителям информации; предоставление пользователям качественно новых возможностей работы с большими объемами электронных данных.

Так же в ходе исследования было выявлено, что как любой целостный фонд, электронная библиотека выполняет следующие основные функции: информационная, просветительная, научно-исследовательская, образовательная, справочная, позволяющая получать достоверные сведения, отраженные в документах определенного вида [3, с. 280-285].

Было установлено, что к преимуществам электронной библиотеки относятся: возможность получения информации пользователем независимо от времени и места нахождения – своего или библиотеки; существенное повышение оперативности предоставления пользователям необходимой литературы, документов и данных; возможность доступа пользователя к разнородным электронным ресурсам; возможность практической реализации новых форм библиотечного и информационного обслуживания; предоставление доступа к уникальным документам; предоставление быстрого и качественного поиска определенных фрагментов документа, его семантический анализ и прочие виды программной обработки; существенная экономия площадей и пространства по сравнению с обычной библиотекой [1, с. 50-85].

Отличительной чертой электронной библиотеки является возможность параллельного использования различных поисковых механизмов и средств доступа к гетерогенным коллекциям электронных данных. Так как в качестве ответа на запрос к электронной библиотеке пользователю может быть представлен далеко не единственный электронный документ (или его фрагмент) и совсем не обязательно в текстовой форме, возникает необходимость в информационных системах, которые смогут обеспечить эффективный комплексный поиск и анализ информации в коллекциях разнородных объектов.

В связи с этим возникают следующие первоочередные задачи, связанные с необходимостью интеграции электронных информационных ресурсов и разработкой эффективных инновационных средств навигации в них. Данные задачи решаются с использованием следующих программных механизмов:

Система автоматизации библиотеки, пригодная как для традиционных, так и для электронных технологий. Роль автоматизации библиотеки (в том числе формирование электронного каталога, наработка навыков работы с ним библиотекарей и читателей) как предварительного этапа перехода к использованию электронных библиотек.

Портал – отправная точка тематического поиска в распределенной сети. Технологии и устройства автоматизированного сбора информации и автоматического создания каталогов электронных ресурсов.

Межбиблиотечный абонемент (МБА) для электронных ресурсов. Доставка документа – книги, статьи, изображения, электронной публикации коллективному или индивидуальному пользователю. Механизм доставки – почта, факс, электронная почта, заказное сканирование, полностью электронная доставка (переадресация).

Аутентичность пользователя (удостоверение личности) и его авторизация (с точки зрения права на доступ к ресурсам, а также с учетом авторского права и лицензирования, надежность проведения платежей в случае платного обслуживания. Контроль правовых аспектов, в том числе проблемы авторского права (Copyright); отчисления владельцам информации; электронная подпись и «водяные знаки» на документах.

Средства создания электронных ресурсов или конверсии печатных ресурсов в электронные. Расширение и изменение издательских функций библиотек: от выпуска профессиональной литературы – каталогов, библиографических указателей, обзоров, методических рекомендаций, профессиональных публикаций – к обработке основного фонда, конверсии его части в машиночитаемый формат и созданию полномасштабного локального электронного ресурса по основной тематике библиотечных печатных фондов. Изменение технологии работы издательств и книготорговли; электронные технологии; связь с библиотеками.

Цифровые архивы и сохранность: противоречивость требований немедленного открытого доступа и надежной сохранности. Системы иерархического хранения: малоспрашиваемые материалы в недорогих форматах, часто спрашиваемые – в легкодоступных (но, возможно, более дорогих) [4, с. 141-145].

Как показало изучение, на современном этапе развития программного обеспечения, существуют несколько механизмов реализации функционала модулей электронной библиотеки:

Node или Node.js – программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Node.js добавляет возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API (написанный на C++), подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода. Node.js применяется преимущественно на сервере, выполняя роль веб-сервера, но есть возможность разрабатывать на Node.js и десктопные оконные приложения (при помощи NW.js, AppJS или Electron для Linux, Windows и Mac OS) и даже программировать микроконтроллеры (например, tessel и espruino). В основе Node.js лежит событийно-ориентированное и асинхронное (или реактивное) программирование с неблокирующим вводом/выводом.

Express – это минималистичный и гибкий веб-фреймворк для приложений Node.js, предоставляющий обширный набор функций для мобильных и веб-приложений.

Gulp – это инструмент автоматизации front-end разработки. Он способствует автоматизации рутинных задач и существенно ускоряет работу.

Portable Document Format (PDF) – межплатформенный формат электронных документов, разработанный фирмой Adobe Systems с использованием ряда возможностей языка PostScript. В первую очередь он предназначен для представления полиграфической продукции в электронном виде. Для просмотра существует множество программ, а также официальная бесплатная программа Adobe Reader. Значительное количество современного профессионального печатного оборудования имеет аппаратную поддержку формата PDF, что позволяет производить печать документов в данном формате без использования какого-либо программного обеспечения. Традиционным способом создания PDF-документов является виртуальный принтер, то есть документ как таковой готовится в своей специализированной программе – графической программе или текстовом редакторе, САПР и т. д., а затем экспортируется в формат PDF для распространения в электронном виде, передачи в типографию и т. п.

MongoDB (от англ. *humongous* – огромный) – документоориентированная система управления базами данных (СУБД) с открытым исходным кодом, не требующая описания схемы таблиц. Написана на языке C++. СУБД управляет наборами JSON-подобных документов, хранимых в двоичном виде в формате BSON. Хранение и поиск файлов в MongoDB происходит благодаря вызовам протокола GridFS. Подобно другим документо-ориентированным СУБД (CouchDB и др.), MongoDB не является реляционной СУБД.

GridFS – это спецификация, определённая в базе данных MongoDB для хранения и извлечения файлов, размер которых превышает 16 Мб. Такое ограничение размера обусловлено использованием в MongoDB формата BSON. Согласно спецификации GridFS файл разбивается на несколько фрагментов (англ. *chunks*), каждый из которых не может быть больше, чем 255 Кб. Каждый такой фрагмент хранится как отдельный файл и к нему может быть осуществлён доступ как к отдельному файлу. Для обеспечения корректной сборки разбитого на фрагменты файла GridFS хранит коллекцию метаданных – отдельных файлов, содержащих информацию о хранящихся в файловой системе документах.

JetBrains WebStorm – среда для разработки на JavaScript, которая подходит как для front-end-разработки, так и для создания приложений на Node.js.

Advanced Encryption Standard (AES), также известный как Rijndael – симметричный алгоритм блочного шифрования (размер блока 128 бит, ключ 128/192/256 бит) широко используется, как это было с его предшественником DES.

Наиболее перспективным, на наш взгляд, является направление развития программного обеспечения, сочетающее возможности механизмов разработки кросс-платформенных приложений (QtLibrary, NetBeans, JetBrains, NodeJS) и возможности современных систем управления базами данных, например MongoDB.

Инновации в сфере информационных технологий направлены на совершенствование систем электронного хранения данных в целях повышения их надежности и компактности, а также на поиск возможностей распространять информацию более оперативно широкому кругу пользователей.

Предлагаемый автором к использованию программно-аппаратный комплекс представляет собой модуль RaspberryPi 3 с установленным специальным программным обеспечением, написанном на Node.js. Веб-сервер ExpressJS осуществляет обработку и направление запросов пользователей по заданным маршрутам (*routes*), а также динамически генерирует динамические веб-страницы, в соответствии с заданными параметрами при помощи шаблонизатора Handlebars. Также используется нереляционная база данных MongoDB с поддержкой хранения документов большого размера GridFS. При сохранении книг ограниченного использования PDF-файл книги шифруются алгоритмом AES-256. При этом передача данных клиент-сервер осуществляется по защищенному протоколу HTTPS. Использование данного подхода обеспечивает двухстороннее шифрование трафика между сервером и клиентом и позволяет избежать определенных типов атак, таких как MiTM (человек-посередине) при правильной настройке SSL. Raspberry Pi – одноплатный компьютер размером с банковскую карту, изначально разработанный как бюджетная система для обучения информатике, впоследствии получивший намного более широкое применение и популярность, разрабатывается Raspberry Pi Foundation.

Следует отметить, что доступ к интерфейсу библиотеки без регистрации невозможен; загрузка новых книг в общую базу данных, а также редактирование уже существующих может осуществляться только пользователями с уровнем доступа «*Редактор*» и выше; просмотр литературы ограниченного использования возможен только при условии наличия у пользователя соответствующих прав. Использование данного программно-аппаратного комплекса возможно как одиночно, так и в составе серверного парка, следовательно, архитектура является как вертикально, так и горизонтально масштабируемой и может использоваться при большом количестве одновременно активных пользователей.

С момента развития и активного внедрения электронных информационных технологий в разные сферы жизнедеятельности человека появилась потребность в их совершенствовании в связи с необходимостью сбора, обработки, хранения и передачи обширного массива информационных данных. Активное внедрение инновационных разработок, направленных на совершенствование программного обеспечения, призвано ускорить процессы обработки данных, формирования еще более обширных их массивов и увеличения круга потенциальных пользователей.

#### Список литературы

1. Антольский. А. Б. Электронные библиотеки: принципы создания: научно-методическое пособие // Антольский. А. Б., Майстрович. Т. В. – М.: Либерия – Бибинформ, 2007. 288 с.
2. Антопольский А.Б., Вигурский К.В. Электронные библиотеки // Информ. ресурсы России. 1999. № 4. С. 17-21.
3. Земсков. А. И., Шрайберг. Я. Л. Электронные библиотеки: учебник для студентов вузов культуры и искусства и других вузов / А. И. Земсков, Я. Л. Шрайберг. – М.: Либерия, 2003. 352 с.
4. Куняев Н.Н., Демушкин А.С., Фабричнов А.Г. Конфиденциальное делопроизводство и защищенный электронный документооборот. – М.: Логос, 2011. 452 с.



## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПУТИ В ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ

*Конев А.А., Пепелев А.М.*

бакалавры по направлению «Информатика и вычислительная техника»,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

В статье рассматриваются различные алгоритмы поиска пути в изменяющейся среде, производится их анализ и сравнение. Выбор подходящего алгоритма позволяет получить оптимальную временную и пространственную сложность, что приводит к эффективному использованию вычислительных ресурсов.

*Ключевые слова:* поиск пути, многоагентная система, изменяющаяся среда.

Решение задачи поиска пути в изменяющейся среде является важной частью автоматизации процессов. Ярким примером может служить современная технология автоматического управления автомобилем, которая позволяет задать конечную точку маршрута, а система сама проложит маршрут и будет следовать согласно ему, реагируя на изменение дорожной ситуации.

Цель статьи – проанализировать алгоритмы поиска пути в изменяющейся среде и сравнить их эффективность. Для анализа выбраны следующие алгоритмы: поиск в ширину и  $A^*$  ( $A$  со звездой).

Под средой будем понимать двумерную сетку, которая имеет проходимые и непроходимые участки. Передвигаться по ней можно только по горизонтали или вертикали. В среде располагаются агенты и мусор. Цель агентов – собрать весь мусор в среде. Ячейки сетки, занимаемые агентами, считаются непроходимыми. За один такт симуляции агент может совершить шаг в проходимый участок по горизонтали или вертикали, удаленный на одну клетку от текущего положения или остаться на месте. Экземпляр мусора занимает определенную клетку сетки. Мусор считается собранным, если любой агент занимает ту же клетку, что и мусор. Также мусор имеет возможность один раз в пять тактов переместиться в случайном направлении.

Рассмотрим поиск в ширину. Его временная сложность – линейная от количества узлов и ребер в графе  $O(|V| + |E|)$ [2]. Вершина в среде – ячейка. Ребро – переход в соседнюю по заданным выше правилам. Однако, в силу того, что среда изменяемая, применять алгоритм поиска пути нужно на каждой итерации, что увеличивает значимость применения оптимального алгоритма. Поиск в ширину раскрывает (достигает в процессе работы алгоритма) вершины равномерно во всех доступных направлениях, не учитывая при этом расположение цели. Это является недостатком данного алгоритма для решения поставленной задачи.

Рассмотрим алгоритм  $A^*$ . Временная сложность алгоритма  $A^*$  зависит от эвристики. В худшем случае число вершин, исследуемых алгоритмом, растёт экспоненциально по сравнению с длиной оптимального пути, но сложность становится полиномиальной, когда эвристика удовлетворяет следующему условию:  $|h(x) - h^*(x)| \leq O(\log h^*(x))$  где  $h^*$  – оптимальная эвристика, то есть точная оценка расстояния из заданной вершины  $x$  к цели. Данная

оценка хуже, чем оценка временной сложности для поиска в ширину. Однако на практике этот алгоритм раскрывает намного меньше вершин графа, что позволяет более эффективно находить путь и не рассматривать «бесперспективные» пути. Также данный алгоритм имеет худшую пространственную эффективность – для некоторых частных случаев наблюдается экспоненциальный рост количества требуемой памяти.

Ниже приведено сравнение количества раскрытых вершин для представленных алгоритмов на сетке высотой 100 клеток и шириной 100 клеток. В среде присутствовал один агент и 3 мусора. Выполнено 100 замеров (для 100 различных случайно сгенерированных сред проверено две симуляции – с применением поиска в ширину и с применением A\*). Показатели усреднены.

Таблица

**Сравнение количества раскрытых вершин**

Алгоритм	Поиск в ширину	A*
Количество раскрытых вершин	313322	12369
Количество шагов	147.56	153.04

Из таблицы видно, что алгоритм A\* в среднем раскрывает гораздо меньше вершин, а значит более временно-эффективный. Однако найденные таким алгоритмом пути не являются оптимальными, хотя и близки к ним.

В статье рассмотрены алгоритмы поиска пути в изменяющейся среде, проведен их анализ и сравнение.

*Работа выполнена в рамках инициативной НИР «Поиск пути в изменяющейся среде», проводимой в ФТИ УрФУ под руководством к.ф.-м.н., с.н.с., доцента Клюкина В.Э. [1].*

#### **Список литературы**

1. Клюкин. В. Э. Web-ориентированные интеллектуальные обучающие системы на основе нечёткого деятельностного подхода в обучении. // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. Серия Инженерное образование. 11 ноябрь 2012. – С. 23-43.
2. Кормен Т, Лейзерсон Ч. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: Вильямс, 2013. 1328 с.

## **НЕЧЕТКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

**Куделина Д.В.**

аспирант кафедры вычислительной техники,  
Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

**Бирюлин В.И.**

ведущий инженер, к.т.н.,  
Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

В статье рассмотрены вопросы прогнозирования состояния изоляции с применением нечетких временных рядов, что позволяет получать прогнозы с учетом разнородной входной информации, при этом учитывается неполнота и неопределенность части исход-

ной информации. Такой подход дает возможность получить более достоверные результаты прогнозируемых параметров по сравнению с применением моделей, ориентированных на обработку только количественных исходных данных.

*Ключевые слова:* прогнозирование состояния изоляции, нечеткие временные ряды, математическое моделирование, нечеткие множества, неопределенность.

Надежность работы электроэнергетических систем во многом зависит от технического состояния электрооборудования. Безотказность работы электрооборудования и электрических сетей определяется различными факторами, в том числе и состоянием изоляции. В процессе эксплуатации на изоляцию действуют тепловые, электрические и механические нагрузки, а также различные негативные воздействия со стороны внешней среды, что вызывает ее старение, заключающееся в снижении электрической прочности.

Большая протяженность электрических сетей различных классов напряжений и значительное количество электрооборудования не позволяют производить постоянный мониторинг состояния изоляции с целью прогнозирования ее остаточного ресурса. Так, существующие устройства контроля изоляции позволяют оценивать ее состояние в текущий момент времени и срабатывать на сигнализацию или отключение при снижении ее сопротивления до заранее установленной величины [2].

Производимые проверки технического состояния электрооборудования дают определенное количество данных для осуществления прогнозов развития процессов снижения уровня изоляции. Эти данные в силу ряда объективных и субъективных причин не являются абсолютно достоверными, т.е. могут рассматриваться как слабо структурированные, имеющие неполноту и неопределенность для применения большинства методов прогнозирования.

Математическое моделирование результатов воздействия различных нагрузок на изоляцию является трудно формализуемой задачей из-за многообразия характера проявления этих нагрузок. Но прогнозирование состояния изоляции имеет важное практическое значение, так как от него во многом зависит надежность электроснабжения потребителей электроэнергии.

Перспективным направлением для выполнения прогнозов состояния изоляции является применение нечетких временных рядов [1,4]. Имеющиеся данные предыдущих проверок состояния изоляции представим как временной ряд (ВР) – совокупность значений определенного показателя за несколько последовательных моментов или периодов времени.

В условиях существования неопределенности в исходных данных, а также в сложных организационно-технических системах (к которым относятся электроэнергетические системы), неизбежно проявляются следующие особенности временных рядов (ВР): нестационарность; неоднородность; сложная форма динамики. Эти особенности затрудняют и ограничивают применимость классических методов прогнозирования на основе применения ВР. Поэтому становится целесообразным использование интеллектуальных методов работы с ВР на основе знаний экспертов.

Упорядоченная во времени последовательность оценок состояний объектов (в том числе и состояния изоляции) является ВР экспертных оценок. Для таких ВР характерна нечеткость значений, происходящая из самой природы экспертных оценок, т.е. такой ВР можно отнести к нечетким временным рядам (НВР) [4]. Анализ и обработка НВР производится на основе применения математического аппарата нечетких множеств. Считаем, что имеются ВР некоторых значений, характеризующих состояние изоляции, например, ее сопротивление. Задачу моделирования ВР в общем виде можно сформулировать следующим образом. Значения ВР заданы в виде:

$$Y = \{y(1), y(2), \dots, y(N)\}, \quad (1)$$

где  $y(t)$  – значение контролируемого показателя рассматриваемого процесса, определенного для  $t$ -го такта времени ( $t = 1, 2, \dots, N$ ).

На основе этих значений требуется получить оценки будущих значений моделируемого ряда:

$$Y' = \{y'(N+1), y'(N+2), \dots, y'(N+\delta)\}, \quad (2)$$

$$1 \leq \delta \leq N,$$

где  $\delta$  – горизонт прогнозирования.

Моделирование нечетких временных рядов в соответствии с нечеткой моделью, предложенной в [1], состоит в реализации следующих шагов:

1. Определение нечетких переменных – разбиение имеющихся данных на множество интервалов (носителей нечетких множеств), определение лингвистических значений нечетких множеств (например, "высокое сопротивление изоляции", "среднее сопротивление изоляции" и т.д.), а также их функций принадлежности. Для рассматриваемой задачи ВР значений параметров изоляции разделяется на несколько интервалов, внутри которых сохраняется определенный тренд изменения.

2. Фаззификация входных данных – определение степени принадлежности входных данных нечетким множествам. На этом шаге вычисляются значения соответствующих функций принадлежности по входным данным.

3. Формирование логических отношений  $Y_t \rightarrow Y_{t+1}$ . Здесь рассматриваются взаимные отношения между результатами, полученными на предыдущем шаге.

4. Вычисление активизированных функций принадлежности заключений по отдельным правилам на основании степени выполнения их условий. Это действие выполняется с использованием оператора нечеткой импликации Мамдани, базирующееся на предположении, что степень истинности заключения  $\mu_B(y)$  не может быть выше степени выполнения условия  $\mu_A(x)$  [3]:

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \text{MIN}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3)$$

5. Композиция подзаключений или объединение исходных нечетких множеств в одно нечеткое множество, представляющее собой фаззифицированное значение выходного параметра.

6. Применение разработанной модели к входным данным и получение выходного нечеткого результата.

7. Дефаззификация нечетких выходных результатов. Для этого выбираем метод центра тяжести, так как он задействует все активизированные

функции принадлежности заключений или активные правила. Это обеспечивает более высокую чувствительность создаваемой нечеткой модели к изменению входных сигналов по сравнению с методами первого максимума, последнего максимума, среднего максимума.

Такая модель прогнозирования на основе применения НВР позволяет получать прогнозы с учетом разнородной входной информации, количественной и качественной, при этом учитывается неполнота и неопределенность части исходной информации. Такой подход позволяет получать более достоверные результаты прогнозируемых параметров по сравнению с применением моделей, ориентированных на обработку только количественных исходных данных.

#### **Список литературы**

1. Song Q., Chissom B., "Fuzzy Time Series and its Models", Fuzzy Sets and Systems, no. 54, pp. 269–277, 1993.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов / В.А. Андреев. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2006.
3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление: – М. : "Лаборатория знаний", 2013. – 804 с.
4. Ярушкина, Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие / Н. Г. Ярушкина, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. – Ульяновск : УлГТУ, 2010.

## **ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ ЯКУТИИ**

*Мартынюк П.П.*

студентка кафедры электропривода и автоматизации производственных процессов, Технический институт (филиал) Северовосточного федерального университета им. М.К. Аммосова, Россия, г. Нерюнгри

Научный руководитель – зав. кафедрой ЭП и АПП, ТИ(Ф) СВФУ им. М.К. Аммосова Киушкина В.Р.

В статье рассмотрена экологическая безопасность как составляющая энергетической безопасности. Произведен расчёт выбросов загрязняющих веществ по усредненным показателям. Определены вредные воздействия на окружающую среду объектами энергетики.

*Ключевые слова:* экологическая безопасность, расчёт выбросов, влияние современных систем автономного энергоснабжения.

Составляющая экологической безопасности заключается в:

- овладении культурой безопасности, экологическим сознанием, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности;
- способности выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
- способности предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе профессиональной деятельности для минимизации негативных экологических последствий.

Экологическая безопасность в составе энергетической безопасности районов республики – это сопоставление изменения сурового климата, темпа микробиологического обновления биоты в зависимости от уровня выбросов энергосистем.

Энергетическая безопасность тесно связана с экологической безопасностью как на национальном, так и на глобальном уровнях. Энергетические системы оказывают негативное воздействие на окружающую среду, загрязняя поверхностные и грунтовые воды, почву и атмосферный воздух, что отражается на экологии местности и здоровье населения. Оценка экологической безопасности изолированных энергосистем территории севера занимает немалую роль в экологической безопасности в целом.

Территория Якутии является уязвимой территорией Севера. Расположение природных зон показывает, что природа Якутии крайне подвержена внешним влияющим на неё факторам. Большая часть территории Саха (Якутии) расположена в зоне средней тайги, которая к северу сменяется зонами лесотундры и тундры.

Появление электростанций, как и любого технологического блага, сопровождается определенными последствиями. Возможные последствия для экосистем рассмотрены на примере изолированных энергорайонов. В изолированных энергорайонах Якутии эксплуатируются ДЭС, котельные и мини ТЭЦ как источник электроэнергии и тепла. В некоторых районах присутствуют установки на базе ВИЭ (возобновляемые источники энергии). Вред ВИЭ на природу минимальный, но как аспект существует и заслуживает отдельной оценки. ДЭС, котельные и мини ТЭЦ вредны для природы выбросами. А вернее реакцией выбрасываемого вещества в атмосферу с прилегающей территорией (экологией).

Расчёт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу состоит из множества подпунктов. Используется общая формула для определения среднего уровня загрязнения атмосферы и близлежащей территории котельной и ДЭС за отопительный сезон (формула 1).

$$\alpha_{\text{атм}} = \frac{V_{\text{выб.атм.}}}{F} \quad (1)$$

где:  $V_{\text{выб.атм}}$  – выбросы вредных веществ в атмосферу от ДЭС т/год;  
 $F$  – площадь территории, км<sup>2</sup> [2].

Выбросы в атмосферу не единственная проблема загрязнения. Необходимо учесть и скопление или складирование пустых бочек от ДЭС. А также утечка топлива в окружающую среду.

По данным ОАО «Сахаэнерго» на 01.01.2010 года в большинстве на территории изолированных районов эксплуатируются агрегаты ДЭС такие как АД-16, 30, 50, 60, 75, 100; ЭЛАД-75; ДГР-30, 60; ДГ-30.

Исходя из проанализированных и обработанных данных произведен расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу  $\alpha_{\text{атм}}$ . При расчёте взяты значения выбросов для различных групп стационарных дизельных установок прошедших капитальный ремонт исходя из состояния агрегатов децентрализованных районов. Данные по расчёту выбросов загрязняющих веществ в атмосферу  $\alpha_{\text{атм}}$  представлены в таблице.

Таблица

№	Район	Выр.э/э млн. кВт • ч	В выб.атм т/год	Площадь км.кв.	эатм т/км.кв.
1.	Булунский	31,477	728,11	235100	0,003097
2.	Верхоянский	36,024	833,29	134100	0,006214
3.	Усть-Янский	39,962	924,38	120300	0,007684
4.	Аллаиховский	10,315	238,60	107300	0,002224
5.	Нижнеколымский	4,674	108,12	86800	0,001246
6.	Среднеколымский	18,07	417,99	125200	0,003339
7.	Абыйский	10,685	247,16	69400	0,003561
8.	Верхнеколымский	19,366	447,97	67800	0,006607
9.	Момский	10,982	254,03	101700	0,002498
10.	Оймяконский	6,734	155,77	92200	0,001689
11.	Эвено-Бытангайский	5,02	116,12	55600	0,002088
12.	Жиганский	10,865	251,32	140200	0,001793
13.	Оленекский	8,661	200,34	318100	0,00063
14.	Анабарский	10,386	240,24	55600	0,004321

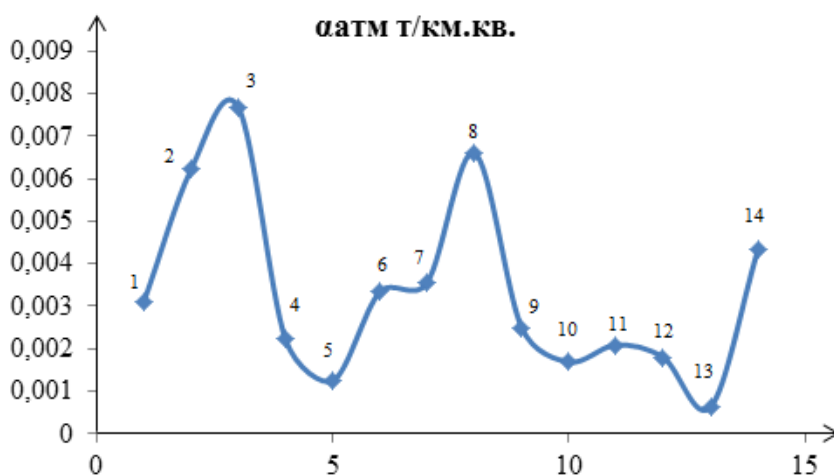


Рис. 1. 1 Булунский; 2 Верхоянский; 3 Усть-Янский; 4 Аллаиховский; 5 Нижнеколымский; 6 Среднеколымский; 7 Абыйский; 8 Верхнеколымский; 9 Момский; 10 Оймяконский; 11 Эвено-Бытангайский; 12 Жиганский; 13 Оленекский; 14 Анабарский

По данным рисунка 1 можно сказать, что самый загрязненный район – Усть-Янский.

Влияние современных систем автономного энергоснабжения на экологию, необходимо рассматривать не только соответствие уровня загрязняющих веществ в выхлопных газах действующим требованиям, но определенную совокупность факторов. Только в этом случае можно попытаться определить весь комплекс вредных воздействий, которые оказывает ДГУ, а также попытаться их снизить.

В целом влияние генераторных установок на окружающую среду можно условно разделить на несколько основных факторов:

- шумовое и вибрационное воздействие;
- количество вредных выбросов в атмосферу;
- пожарная безопасность.

Современные дизель-генераторные установки строятся на основе высоконадежных и экологичных дизельных и бензиновых двигателей, поэтому их вредное влияние на экологию в настоящее время достаточно низко и, как правило, полностью соответствует достаточно жестким мировым требованиям, принятым в данной отрасли. Однако данное утверждение относится только к технически исправным электростанциям, эксплуатация которых осуществляется в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя. В противном случае негативное воздействие на окружающую среду может значительно возрасти [5]. И как показывают статистические данные по локальным зонам Якутии износ ДЭС и электрооборудование электрохозяйства имеет достаточно высокий износ.

Вредные выбросы от котельных в атмосферу поступают в виде твердых частиц (зола и сажа), а также газообразных токсичных веществ: оксидов серы, азота, углерода ( $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ), фтористых соединений, углеводородов ( $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ), а также канцерогенных углеводородов, например бензопирен и др. Количество и содержание вредных выбросов в атмосферу определяется видом топлива и организацией процесса сгорания.

По усредненным показателям нельзя объективно оценить уровень экологической уязвимости территории Якутии и Севера в целом. Большинство стандартов, лежащих в основе проектов по строительству, эксплуатации и природоохранной деятельности ДЭС, котельных и мини ТЭЦ разработаны для средней полосы России, без учета специфических особенностей децентрализованных районов. Из этого следует, что расчетный уровень загрязнения не является актуальным для района крайнего севера.

Мини ТЭЦ используется в большей части децентрализованных районов. Наибольшее число отрицательных воздействий связано с развитием и эксплуатацией теплоэлектростанций (ТЭЦ).

Тепловые электростанции, сжигающие органические виды топлива, неблагоприятно влияют практически на все сферы окружающей среды и подвергают природу практически всем видам воздействий, включая выбросы радиоактивных веществ в составе летучей золы дымовых газов, которые, по оценкам ряда специалистов, превышают объем радиационных выбросов АЭС при их нормальной эксплуатации. Радиоактивные вещества, содержащиеся в первичном топливе, выносятся за пределы ТЭЦ с твердыми частицами (золой) и рассеиваются с дымовыми газами на большой площади. Отрицательное воздействие ТЭЦ усугубляется тем, что их работа должна обеспечиваться постоянной добычей топлива (топливная база), сопровождаемой дополнительными отрицательными воздействиями на окружающую среду: загрязнением воздушного бассейна, воды и земли; расходом земельных и водных ресурсов, истощением невозобновляемых запасов топлива (природных ископаемых ресурсов). Загрязнение природной среды происходит также при транспортировании топлива как в виде его прямых потерь, так и в результате расхода энергоресурсов на его перевозку [3].

Природа тундр и лесотундр очень ранима и восстанавливается крайне медленно. Загрязнение воздуха выхлопными газами, а вод озер и рек – сто-



ками и отравляющими веществами губительно для экосистемы. Выхлопные газы, а вернее тяжелые частицы отработанного топлива также попадают на землю по истечении определенного времени, которое зависит от ветра и состава выбросов. Для зон с тонким слоем плодородной почвы на вечной мерзлоте, не менее важной проблемой является его разрушение тяжелой техникой.

У почв децентрализованных районов пониженный темп микробиологического обновления из-за низких температур, следовательно, функции почвенных ресурсов минимизированы, значит, темпы очищения снижены. Низкие температуры замедляют процессы очищения, что характерно и для водных систем. Скорость накопления вредного вещества возрастает из-за замедленного очищения. На территории Якутии микробиологическая биота специфична (бедна видами микроорганизмов как в количественном плане, так и в качественном).

Для охраны природы в тундре и лесотундре необходимо соблюдение норм нагрузки на оленьи пастбища, ограничение и упорядочение движения гусеничного транспорта в бесснежное время, предотвращение загрязнения вредными химическими веществами, поддержание естественных путей миграции диких животных (из-за строительства газовых труб сместились миграции животных, что опять же ведет к неблагоприятным последствиям).

Природоохранные мероприятия в этих зонах долгое время были очень ограничены. Организован один из крупнейших в России заповедников – Усть-Ленский. А так же Олёкминский заповедник.



Рис. 2. Тематические слои

Для анализа экологической уязвимости изолированных территорий Севера целесообразно сформировать модель наложения слоёв, учитывающих все влияющие факторы на экосистемы (рисунки 2).

### Список литературы

1. Тундры и лесотундры [Электронный ресурс] URL: <http://www.ecosystema.ru/08nature/world/geoussr/3-1-2.htm>
2. Киушкина В.Р. Учебное пособие по курсу «ОБЩАЯ ЭНЕРГЕТИКА» раздел «Методы оценки энергетической безопасности автономных систем электроснабжения локальных энергозон северных регионов». Нерюнгри 2015г.
3. Выбросы от котельных [Электронный ресурс] URL: <http://teploobmennye-apparaty.ru/energeticheskie-ustanovki-primenyaemye-legkoi-promyshlennosti/okhrana-okruzhayushchei-sredy-rabote-tes-kotelnykh-ustanovok>
4. Коварда В. В., Левков А. И. Экологические проблемы электроэнергетики в условиях реализации концепции устойчивого развития // Молодой ученый. – 2013. – №10. – С. 317-319.
5. ДЭС [Электронный ресурс] URL: <http://www.allgen.ru/press/articles/show/69>

## РДМТ НА КОМПОНЕНТАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Полянский А.Р.*

доцент кафедры Э-1, канд. техн. наук, доцент,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,  
Россия, г. Москва

*Лега С.В.*

инженер кафедры Э-1, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

В статье рассматриваются вопросы разработки ракетного двигателя малой тяги (РДМТ) для объектов космического назначения, возникающие, в частности, при использовании компонентов топлива, находящихся в различных агрегатных состояниях.

*Ключевые слова:* ракетный двигатель, газификация компонентов, генераторный газ, капельная жидкость, система термостатирования.

В настоящее время широко развернута программа исследования космического пространства. Эта программа требует создания большого количества всевозможных летательных аппаратов: искусственных спутников Земли, долговременных орбитальных станций, космических кораблей и т.п. Все эти космические объекты снабжены хорошо развитой системой двигателей ориентации и управления. Для этих целей, как правило, используют двигатели малых тяг, получившие название «микродвигатели». Они просты по конструкции и достаточно надежны в работе, обладают постоянными характеристиками [2, 4].

Для надежной работы двигателя и все системы в целом, двигатели необходимо подвергать испытаниям, с помощью которых можно было бы полностью исследовать работу двигателя и получить все требуемые характеристики. Для этих целей используют испытательные стенды, которые имити-

руют условия работы двигателя, а также создают возможность для имитации высотных условий работы изделия. Так же на стенде можно получить безотрывное истечение продуктов сгорания из сопла. Качественно проведенные испытания на Земле приводят к увеличению надежности системы ориентации и управления в космосе.

При создании жидкостных ракетных двигателей малой тяги, с тягой в пустоте 200 Н и давлением в камере сгорания 0,98 МПа, использующих компоненты топлива находящихся в различных агрегатных состояниях (газ + жидкость), возникают значительные сложности по организации рабочего процесса, надежной защите узлов камеры сгорания и сопла от высоких тепловых потоков. Одним из решений данной проблемы является использование вихревого движения компонентов топлива и продуктов сгорания в объеме камеры сгорания. При этом один из компонентов, кислород подается на стенку камеры сгорания с целью создания защитной газовой завесы, а затем вступает во взаимодействие со вторым компонентом топлива – углеводородным горючим, которое поступает в камеру через центробежную тангенциальную форсунку. За счет конструктивных особенностей огневого профиля камеры сгорания в центральной области таких камер образуется торoidalный вихрь, отделенный от стенок камеры относительно холодной зоной газовой завесы.

Посредством термогазодинамического расчета [2, 3] были определены оптимальные условия преобразования энергии и проведен расчет изменения параметров рабочего тела. По результатам расчетов был построен газодинамический профиль.

К двигателю коррекции предъявляются особые требования по точности работы, многократности запуска и т.д. Для понижения импульса последствия и надежного пуска двигателя, в качестве окислителя используется газообразный кислород. Но, как показали расчеты, подтвержденные испытаниями, охлаждения газообразным кислородом недостаточно. В связи с этим, было принято решение охлаждать жидким кислородом [1], с дальнейшей газификацией его в проточной части. При этом необходимо обеспечить, чтобы самое теплонапряженное сечение, критическое, охлаждалось жидким компонентом, так как принимает на себя самые высокие суммарные тепловые потоки.

Двигательная установка реактивной системы управления (ДУ РСУ) состоит из двигателя управления и четырех блоков по 3 двигателя коррекции. Двигатели коррекции работают на жидком кислороде и керосине. Питание двигателей происходит из баков высокого давления окислителя и горючего (БВДО, БВДГ), которые, в свою очередь, надуваются газом из шаробаллонов.

Двигатель управления питается окислителем от ресивера, в котором находится газифицированный кислород при высоком (2,5..5,0 МПа) давлении. Перед первым включением ресивер заполняется газообразным кислородом под максимальным давлением, запаса которого хватает на работу управляющего двигателя в течение 20...25 с.

Для обеспечения необходимых характеристик быстродействия двигателя реактивной системы управления (РСУ), возникает потребность в создании средств подачи и газификации жидкого кислорода (СПО – средства подачи окислителя).

В состав СПО входит блок газогенерации (БГГ) и плата приборов, функционально объединенные в блок газификации окислителя (БГО) с помощью трубопроводов и агрегатов автоматики.

Кроме основных, указанных блоков в состав СПО входит ресивер, предназначенный для хранения и питания управляющего двигателя газообразным кислородом.

БГО предназначен для газификации жидкого кислорода, хранящегося в баке окислителя. Газифицированный кислород (оксидный газ) закачивается в ресивер, из которого питается двигатель.

В состав БГО входят: турбонасосный агрегат окислителя; газогенератор-теплообменник; элементы автоматики.

Насос ТНА "О", входящий непосредственно в состав БГО, погружен в жидкий кислород, что обеспечивает его постоянную готовность к запуску.

Газифицированный с помощью БГО кислород закачивается и хранится на борту в ресивере, оборудованном сигнализаторами давления, предназначенными для формирования команд на включение или выключение БГО при, соответственно, понижении или повышении давления в ресивере.

Все перечисленные агрегаты и ресивер функционально объединены между собой трубопроводами и элементами автоматики в единую пневмогидравлическую схему.

Окислительный газ получается в газогенераторе при сгорании горючего – керосина с большим избытком окислителя (при  $k_m = 100$ ). Подача жидкого кислорода в газогенератор производится центробежным насосом с приводом от турбины. В качестве рабочего тела турбины используется газ, закачиваемый в ресиверы, т.е. на рабочем режиме БГО работает, как бы по замкнутой схеме, без потерь топлива на привод ТНА "О".

При указанных условиях в газогенераторном газе теоретически содержится до 1 % воды в виде капельной жидкости и пара. С целью исключения накопления в ресиверах большого количества воды, в составе БГО предусмотрено устройство для отделения из генераторного газа и удаления капельной жидкости.

Влагоотделитель (ВО) установлен за турбиной ТНА "О", имеет в своем составе завихритель для сепарации капель при вращательном движении водосодержащего газа, два сборника воды и спрямляющий аппарат для выравнивания потока после ВО. Удаление воды из сборников обеспечивается за счет внутреннего давления в ВО.

Испытательный стенд предназначен для определения характеристик камер двигателей с малой тягой. Этот стенд предназначен для имитации работы двигателя в условиях космоса. Характеристики ракетных двигателей, работающих на больших высотах, не могут быть правильно определены при давлении окружающей среды равном земному, из-за отрыва потока газа от

стенок в закритической части сопла. Поэтому необходимо понизить давление на выходе из сопла в течение некоторых интервалов времени, определяемых эксплуатационными требованиями. В частности, широкое применение нашли газодинамические трубы с выхлопными диффузорами в паре с жидкостным эжектором. На данном высотном стенде используется такая пара.

Данный стенд имеет вытеснительную газобаллонную систему подачи жидкого "Г", газобаллонную систему подачи жидкого "О", резервные пневмогидравлическую и электрическую схемы и два рабочих места для работы двигателей в атмосфере и для имитации высотных условий. ПГС стенда обеспечивает работу как в стационарном, так и в импульсном режимах.

В ходе испытаний жидкостных ракетных двигателей малой тяги возникает необходимость в создании условий максимального приближения к натуральным условиям работы двигателя, т.е. в нагреве или охлаждении компонента топлива. Для этого на стенд устанавливается система термоста-тирования компонента топлива.

Данный стенд дает возможность для испытания двигателей с окислителем находящемся как в жидком, так и в газообразном агрегатном состоянии. Достигается это посредством двух теплообменников, установленных на стенде. При этом возможны три типа охлаждения. На линии окислителя устанавливаются два теплообменника. Первый перед камерой, второй после рубашки охлаждения. В случае включенного первого теплообменника, в нем газифицируется кислород, и охлаждение происходит газообразным кислородом. Если первый теплообменник выключен, а второй включен, тогда в нем газифицируется кислород, а камера охлаждается жидким кислородом. При неработающих теплообменниках кислород газифицируется в рубашке камеры сгорания. В этом случае в рубашке камеры реализуется двухфазное кипение.

#### **Список литературы**

1. Григорьев В.А., Павлов Ю.М., Аметистов Е.В. Кипение криогенных жидкостей. – М.: Энергия, 1977. – 288 с.
2. Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. Издание второе, переработанное и дополненное / Под ред. Д.А. Ягодникова. – М.: «Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2006. – 488 с.
3. Математическая модель и расчет характеристик рабочего процесса в камере сгорания ЖРД малой тяги на компонентах топлива метан-кислород // А.В.Новиков, В.А.Буркальцев, Д.А.Ягодников и др. // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. Машиностроение. Теория и практика современного ракетного двигателестроения. – 2004. – С. 8-17.
4. Рабочие процессы в жидкостном ракетном двигателе и их моделирование / Е.В. Лебединский, Г.П. Калмыков, С.В. Мосолов и др.; под редакцией академика РАН А.С. Коротева. М.: Машиностроение, 2008. 512 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, СФОРМИРОВАННЫХ ИЗ ДВП

*Пыльнив И.З.*

ст. преп. кафедры дизайна,  
Институт деревообрабатывающих технологий и дизайна,  
Национальный лесотехнический университет Украины, Украина, г. Львов

Одна из самых важных проблем производства гнutoкклеенных деталей – обеспечение первоначально заданной формы гнutoкклееного блока и производных из него элементов после склеивания и раскроя на детали. Возможные изменения формы блока и полученных из него деталей необходимо учитывать и прогнозировать уже на этапе проектирования.

В статье приведена методика измерения формоустойчивости заготовок из ДВП. Для того чтобы предусмотреть возможные изменения формы блока и полученных из него деталей необходимо исследовать это явление и факторы, которые влияют на его величину. Это позволит учитывать и прогнозировать формоустойчивость еще на этапе построения технологического процесса.

*Ключевые слова:* ДВП, гнutoкклеенные заготовки, криволинейные элементы, угол изгиба, методика измерения, формоустойчивость.

Не прогнозируемые за величиной изменения формы элементов в процессе изготовления – характерная особенность гнutoкклеенных заготовок [1, 2]. Явления формoизменяемости происходят как в блоке, так и в изготовленных из него заготовках. Под формoустойчивостью гнutoкклеенных заготовок понимаем величину изменения угла изгиба криволинейных участков деталей против заданного, прямолинейных участков, коробления всего блока и выпиленных из него деталей.

Один из методов, который позволяет относительно достоверно определить формoустойчивость гнutoкклеенных заготовок это измерение угла изгиба. Состоит он в том, что образец формируется с трех отрезков – центрального криволинейного и двух прямолинейных. Отношение длин криволинейного участка и двух прямолинейных участков образца составляют три равные части. Образец сгибается с определенным радиусом по центру, а его концы образуют угол  $90^\circ$  (рис. 1). Процесс формирования образца происходит благодаря гнutoкью с одновременным склеиванием листов ДВП. После технологической выдержки и снятия из матрицы образец, через остаточные внутренние напряжения подвергается изменению формы, которая измеряется как отклонения от прямого угла концов заготовки. Эта методика позволяет с большой точностью (до 1 мин) установить формoустойчивость образца учитывая изменением угла изгиба.

Для определения времени, в течение которого целесообразно делать замеры, был проведен пробный эксперимент с частотой измерения 6 часов на протяжении 14 суток (табл. 1). В результате, которого установлено, что максимальное изменение формы заготовки происходит до конца 2 сутки, а полная стабилизация наступает на конец первой недели. В основном, это обусловлено продолжительностью затвердения клея, который при склеивании замыкается между слоями ДВП, что замедляет его высыхание.

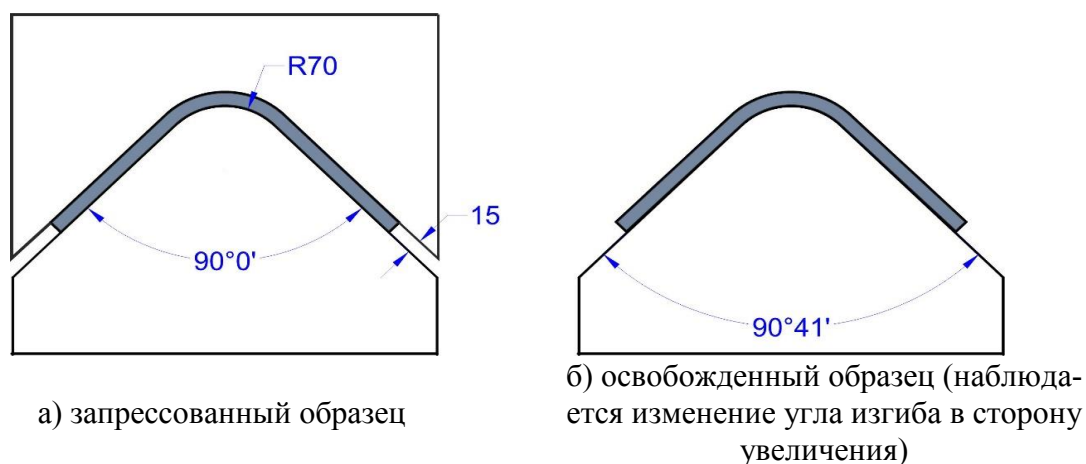


Рис. 1. Схема формирования образцов для измерения угла сгиба

Таблица 1

**Изменение угла криволинейной заготовки, сформированной с 5 листов ДВП толщиной 3,2 мм (радиус гнутья 100 мм)**

час	время (1 неделя)						
	1	2	3	4	5	6	7
6:00	-	0°43	0°47	0°49	0°50	0°51	0°52
12:00	0°38	0°45	0°48	0°49	0°50	0°51	0°52
18:00	0°40	0°46	0°48	0°50	0°51	0°52	0°52
00:00	0°41	0°47	0°49	0°50	0°51	0°52	0°52
час	время (2 неделя)						
	8	9	10	11	12	13	14
6:00	0°52	-	-	-	-	-	-
12:00	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52
18:00	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52	0°52
00:00	0°52	-	-	-	-	-	-

В результате пробного эксперимента определения времени стабилизации заготовки установлены, что изменение формы сопровождаются три стадии: интенсивное изменение профиля, которая продолжается 1-2 суток, воздержанная – 5-7 суток, после чего наступает стадия незначительных изменений формы. Окончательная стабилизация профиля наступает на 10-14 суток с момента формообразования (склеивание), независимо от того, выдерживаются изделия в блоках или заготовках (табл. 2, 3). На основе данных времени стабилизации были установлены временные промежутки для следующих экспериментов определения формоустойчивости.

Таблица 2

**Стадии изменения формы криволинейных элементов из ДВП**

Стадии	Период	Особенности
Интенсивная	2 суток	Происходят максимальные изменения в сторону разгибания заготовок.
Воздержанная	с 3 по 6 суток	Постепенная стабилизация формы заготовок, иногда в другую сторону по отношению к интенсивной стадии.
Слабая	с 7 по 14 суток	Изменения формы незначительные, вызванные изменениями температурных и влажностных режимов хранения заготовок.

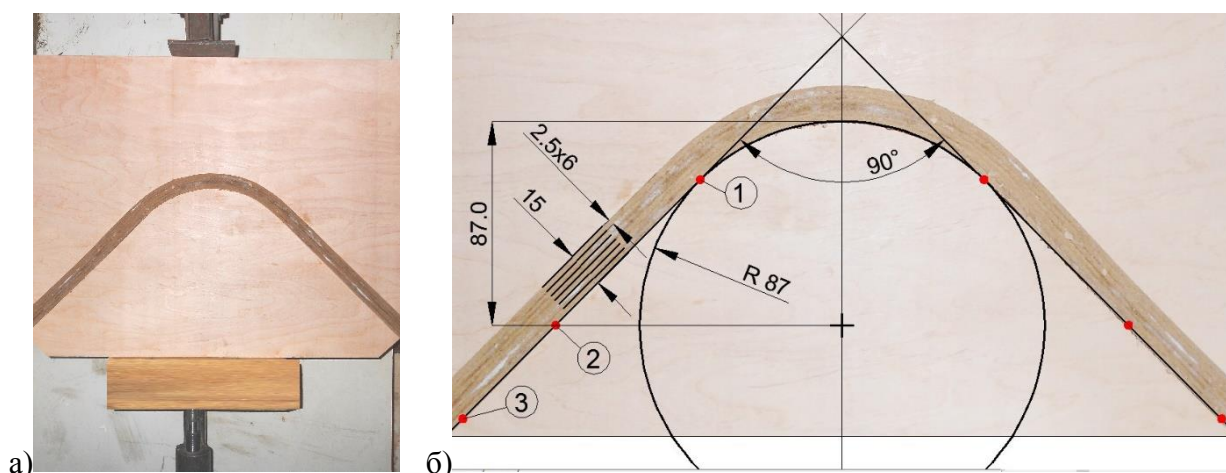


Рис. 2. Фото установки для гнутья (а), анализ угла изгиба заготовки с помощью графической программы Autocad (б)

Таблица 3

**Исходные параметры для изготовления экспериментальных образцов из ДВП толщиной 2,5, 3,2 и 4 мм**

	Толщина ДВП в пакете	количество листов	длина листов (мм)	ширина листов (мм)	толщина пакета (мм)	мин. радиус гнутья (мм)
1	2,5	6	200	100	16	65-75
2	3,2	5	250	100	16	90-100
3	4	4	300	200	16	135-150

Анализ полученных углов сгиба заготовок проведен с помощью графической программы Autocad (рис. 2). Средствами которой, на сканированное изображение образца накладывается размерная сетка с помощью точек представленных по его поверхности. Этот способ дает возможность, с точностью до 1/60 град (1 минуты) определить минимальные отклонения угла формы заготовок. Кроме того, эта методика позволяет осуществлять фото-фиксацию стадий изменений формы образцов, а также проводить запись изображений в память электронных носителей.

**Список литературы**

1. Костриков, П. В. Производство гнуклеёных деталей / П. В. Костриков. М.: 2006. – 64 с.
2. Леонтьев, И. И. Производство гнутой мебели. / И. И. Леонтьев, Л. Г. Абухов // М.: Гослесбумиздат, 1954. – 120 с.
3. Хухрянский, П.Н. Прессование и гнутьё древесины / П.Н. Хухрянский. Л.: Гослесбумиздат, 1956. – 244 с.
4. Манкевич, Л. А. Исследование процессов гнутья древесины и древесных материалов [Текст].: дис. д-ра техн. наук : 05.21.05 / Л. А. Манкевич., Минск, 1980. 339 с. – Библиогр.: с. 287-304.
5. Волынский В.Н. Технология клееных материалов: Учебное пособие для вузов. (2-е изд.) / В.Н. Волынский // Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. – 280 с.



# АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К КОМПЛЕКСИРОВАНИЮ ДАННЫХ СЕНСОРОВ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА СВЕТА С ДАННЫМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ОТ ДВУМЕРНЫХ ИЛИ ТРЕХМЕРНЫХ СЕНСОРОВ ИНОЙ ПРИРОДЫ

**Семенщев Е.А.**

доцент кафедры «РЭСиК», канд. техн. наук, доцент,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Воронин В.В.**

доцент кафедры «РЭСиК», канд. техн. наук, доцент,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Марчук В.И.**

заведующий кафедрой «РЭСиК», д-р техн. наук, профессор,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

**Гапон Н.В.**

аспирант кафедры «РЭСиК»,  
Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону

В работе рассмотрены вопросы объединения данных полученных от различных источников. Проведённый анализ показал пути возможного объединения данных с использованием камер работающих в различных диапазонах.

*Ключевые слова:* комплексирование данных, методы объединения, изображения.

Процесс объединения данных различной природы, связанных единым процессом, является сложной технической задачей [1]. Комплексирование данных от разных источников позволяет получить дополнительную информацию, которая не может быть определена в отдельном методе визуализации. Методы комплексирования изображений относятся к синергетическим технологиям, поскольку при совместном анализе данных полученная информация является не избыточной, а комплементарной, при которой различные источники дополняют друг друга. Анализ литературных источников показал, что можно выделить четыре базовых уровня объединения данных [2]:

I. Комплексирование на уровне областей (блоков или зон). Предварительные решение об объединении объектов принимаются в каждом из каналов передачи изображений с последующей выработкой окончательного решения. Последующая обработка заключается в выделении особенностей и совмещении данных об выделенных структурах. К данному виду комплексирования предъявляются наименее жесткие требования по взаимной привязке

спектрозональных изображений. В ней могут использоваться традиционные опознавательные признаки изображений. Эффективность такой схемы для заданного набора опознавательных признаков может оцениваться по схеме оценки эффективности обработки однозонального изображения, но с учетом статистики взаимозависимости поканальных решений.

II. Комплексование на уровне признаков объектов. При данном типе объединения в каждом из каналов формируется вектора признаков объектов. Выделенные признаки объединяются в единый укрупнённый вектор признаков, который служит для принятия решения об объединении разрозненных данных в единый массив. При данном типе объединения данных, связь спектральных яркостей производится в меньшей степени. Несмотря на то, что в ней могут использоваться те же опознавательные признаки, что и в схеме I, в процедуре принятия решения участвует расширенный вектор признаков, содержащий в  $n_k$  раз больше компонентов, чем вектор признаков в схеме I. Это может значительно увеличить потребность в вычислительных ресурсах.

III. Комплексование на уровне элементарных сигналов получаемых напрямую с датчиков. Формирование опознавательных признаков производится по векторному, а не по скалярному представлению, как в схеме II. Данный подход является наиболее эффективным с точки зрения возможности максимального использования многоканальной информации. В данном случае учет спектральной зависимости измерений может быть произведен по самим измерениям. Для реализации потенциальных возможностей схемы III необходима информация о многоканальных признаках изображений объектов, а также предъявляются требования точной (до элемента разложения) взаимной привязки отдельных изображений. Данное требование обеспечивается в многоспектральных оптико-электронных системах, обладающих единой входной оптической системой для всех зон съемки.

IV. Комплексование на уровне элементарных сигналов многоканальной оптико-электронной системы с целью получения единого синтезированного изображения. Данная схема является частным случаем подхода III и более предпочтительна при наличии существенной связи спектральных яркостей. Данный подход также учитывает: взаимную корреляцию спектрозональных измерений; позволяет использовать традиционные признаки скалярных изображений; существенно снижает требования к вычислителю; позволяет упростить процедуру оценки эффективности комплексной обработки. Однако, при формировании изображений предложенным подходом наблюдается редукция векторной величины яркости многозонального изображения к скалярной величине яркости синтезированного изображения, приводящая к потере части информации.

При комплексовании на уровне элементарных сигналов, для формирования изображений в единое информационное пространство используются математические методы, которые условно можно классифицировать следующим образом (рисунок).

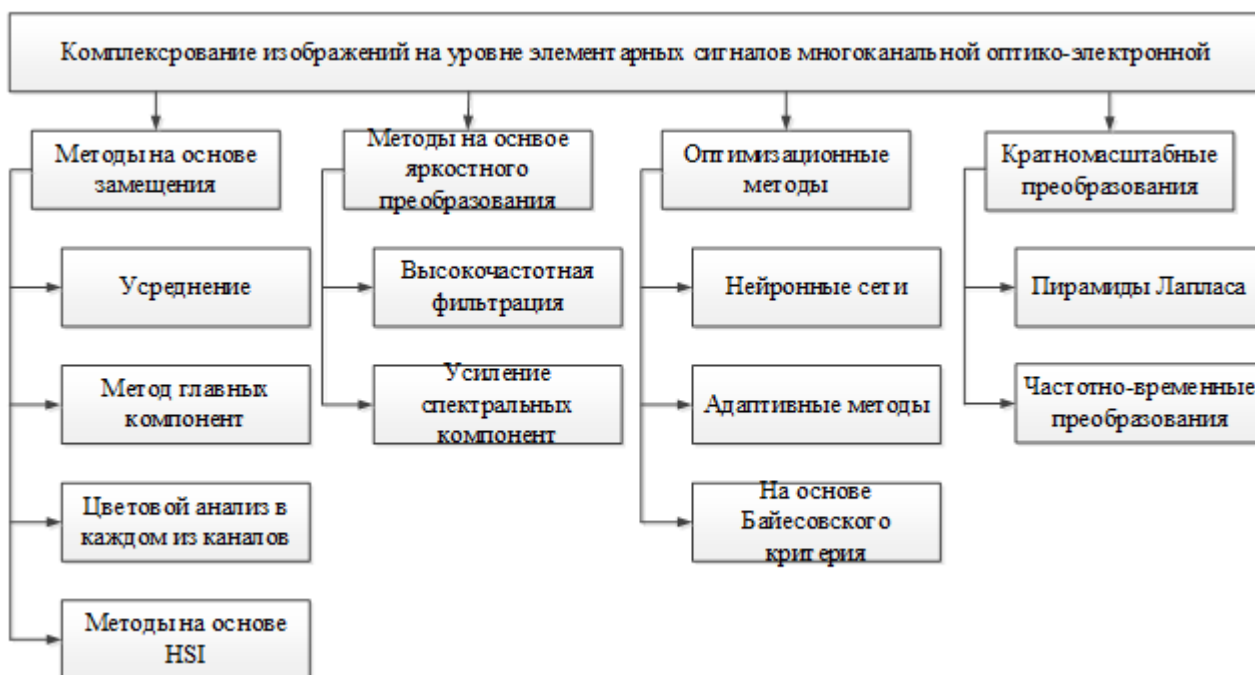


Рис. Классификация способов комплексирования на уровне элементарных сигналов

В результате проведённых исследований можно сделать следующий вывод. При практической реализации комплексов, построенных для решения задач распознавания образов в системах компьютерного зрения с использованием нейронных сетей глубокого обучения, возможно использовать в качестве входных данных информацию полученную на базе сенсоров работающих, в том числе, вне видимого диапазона. Комплексирование данных сенсоров видимого диапазона света с данными полученными от двумерных или трехмерных сенсоров иной природы может быть основано на принципе комплексирования данных на уровне областей (I), на анализе признаков на уровне объектов (II) или на уровне элементарных сигналов многоканальной оптико-электронной системы (IV). В случае применения единого информационного модуля принятия решения, подход, требующий анализа получаемой информации в каждом из каналов для создания вектора признаков непосредственно после устройства фиксации (I) и (II) не является возможным. В связи с чем, перспективным считается подход, основанный на анализе уровней элементарных сигналов многоканальной оптико-электронной системы (IV). Также к ограничениям на использование других схем можно отнести условие, ограничивающие применение схемы I при существенной взаимосвязи спектральных яркостей фона, так как эффективность схемы может оказаться существенно ниже эффективности остальных схем.

*Работа поддержана Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» (Соглашение № 14.577.21.00212 от 03.10.2014, идентификатор проекта RFMEFI57716X0212).*

### Список литературы

1. Semenishchev E.A., Voronin V.V., Marchuk V.I., Pismenskova M.M. Stitching algorithm of the images acquired from different points of fixation // Proc. SPIE 9404, Digital Photography XI, 94040R. URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2083335> (дата обращения: 30.10.2016).

2. Аникин А.А. Разработка и моделирование систем комплексирования разнородных наблюдений: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Ульяновск, 2006. 144 с.

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО-ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

*Синёнков Д.В.*

аспирант кафедры физики,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

*Дёмин С.Б.*

профессор кафедры физики, д-р техн. наук, профессор,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

В статье представлены результаты вычислительного эксперимента производительности пневматической распределительно-транспортной системы высевающего агрегата по уточненной математической модели. Даны рекомендации по оценке значимости основных параметров распределительно-транспортной системы на производительность высевающего агрегата в диапазоне заданной нормы высева.

*Ключевые слова:* распределительно-транспортная система, математическое моделирование, посевная культура, производительность.

**Введение.** Одной из главных задач решения современных проблем сельского хозяйства РФ является разработка, исследование и внедрение в производство ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать стабильные урожаи при минимальных затратах средств. Это требование напрямую касается разработки высевающих агрегатов [1,2].

При проектировании высевающих агрегатов большое внимание уделяется распределительно-транспортным системам (РТС), в том числе с воздушным транспортным потоком (пневматические РТС), от качества работы которых, зависят точность подачи посевных культур к сошникам и надежность работы высевающего агрегата в целом. Работа по совершенствованию РТС высевающих агрегатов в нашей стране и за рубежом направлена на повышение эффективности в получении урожая высевающих культур, особенно в дотационных районах с низкой природной урожайностью [3].

Анализ современных технических и технологических решений, направленных на улучшение качества высева, показывает, что ряд из них позволяет повысить поперечную равномерность высева. Однако, при этом могут возникать негативные моменты связанные, например, с повреждением семян, усложнением конструкции элементов РТС и др. [4-7].

Для повышения качества высева посевной культуры, снижения ее возможного частичного механического повреждения и устранения «заторов» при транспортировании по каналам РТС высевающего агрегата, целесообразно применять пневматические РТС по одноступенчатой схеме. Благодаря меньшей длине каналов транспортирования посевных культур, небольшого количества сгибов по каналам РТС и ударов о стенки транспортных каналов, снижается вероятность механического повреждения зерен посевной культуры.

Актуальность данного исследования обусловлена созданием новых видов высевающих агрегатов для более качественного и высокопроизводительного высева, недостаточностью проработки вопросов равномерности подачи зерен посевной культуры к сошникам.

**Вычислительный эксперимент производительности пневматической РТС высевающего агрегата.** Математическое исследование производительности пневматической распределительно-транспортирующей системы высевающего агрегата выполним с использованием математической модели. На рисунке 1 приведена оригинальная схема пневматической РТС высевающего агрегата, состоящая из шнекового питателя и цилиндрической камеры смешивания (ЦКС) с распределителем и семяпроводами.

Для транспортирования посевной культуры здесь необходим воздушный поток, перемещающий ее из шнекового питателя в ЦКС и в семяпроводы, а далее в борозды. В ЦКС посевная культура перемещается с потоком воздуха, образуя предположительно однородную аэросмесь. Для проведения вычислительного эксперимента данной схемы пневматической РТС предлагается следующая математическая модель.

Для математической модели пневматической РТС по заданной схеме примем следующие ограничения:

- зерна посевной культуры близки к форме шара,
- семяпроводы равной длины и их суммарная площадь соизмерима с площадью поперечного сечения ЦКС,
- скорость движения и плотность аэросмеси во всем объеме ЦКС равномерная,
- вращение зерен посевной культуры при движении не происходит,
- удары зерен посевной культуры о стенки ЦКС и семяпроводов со скольжением отсутствуют,
- изменение физических свойств посевной культуры в процессе транспортирования не происходит.

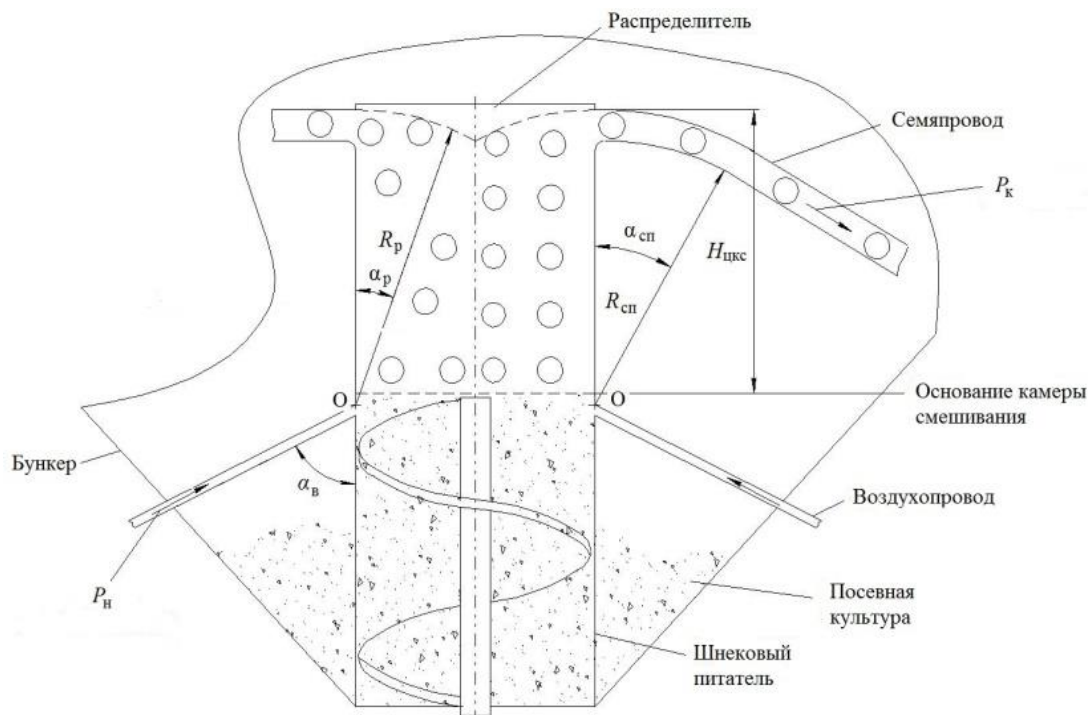


Рис. 1. Упрощенная схема пневматической РТС:

$\alpha_v$  – угол наклона воздухопроводов,  $P_n$  – начальное давление воздушного транспортного потока в ЦКС,  $\alpha_p$  – угол между радиусом распределителя,  $R_p$  – радиус распределителя,  $\alpha_{сп}$  – угол между радиусом семяпроводов,  $R_{сп}$  – радиус сгиба семяпроводов,  $H_{цкс}$  – высота ЦКС,  $P_k$  – конечное давление воздушного транспортного потока в семяпроводах

С учетом рассмотренных ограничений математическая модель пневматической РТС высевающего агрегата по предложенной схеме описывается следующим выражением:

$$Q_{рс.4} = k_0 Q_{рв} \mu \gamma_{ас} - \Delta Q_{рс},$$

где  $S_{цкс} = \pi d_{цкс}^2 / 4$  – площадь поперечного сечения ЦКС, где  $k_0$  – нормирующий коэффициент,  $Q_{рв} = (BJ_{агр} H f_{тр} g K_1) / k_{10} P_k$  – объемный расход воздуха в РТС,  $B$  – ширина захвата высевающего агрегата,  $J_{агр}$  – скорость движения высевающего агрегата,  $H$  – норма высева посевной культуры,  $f_{тр}$  – коэффициент трения посевной культуры о стенки ЦКС и семяпроводов,  $g$  – ускорение свободного падения,  $K_1 = (H_{цкс} + 2\pi R_p \alpha_p / k_3 + 2\pi R_{сп} \alpha_{сп} / k_3)$ ,  $k_3$  – коэффициент,  $k_{10}$  – нормирующий коэффициент,  $P_k = K_1 \gamma_v (1 + \mu) g$  – конечное давление воздушного транспортного потока в конце семяпроводов,  $\gamma_v$  – плотность воздуха,  $\mu$  – массовая концентрация,  $\gamma_{ас} = (2P_n \sin \alpha_v \pi d_{цкс}^2) / \lambda S_{мс} (J_v - J_{пк})^2$  – объемная плотность аэросмеси,  $d_{цкс}$  – диаметр ЦКС,  $\lambda$  – коэффициент аэродинамического сопротивления,  $S_{мс}$  – площадь миделева сечения зерна посевной культуры,  $J_v$  – скорость воздушного транспортного потока,  $J_{пк}$  – скорость посевной культуры,  $\Delta Q_{рс}$  – потери посевной культуры в РТС.

Результаты математического исследования пневматической РТС высевающего агрегата по предложенной схеме приведены на рисунках 2-3.

**Выводы.** Анализ полученных результатов вычислительного эксперимента пневматической РТС высевающего агрегата по заданной схеме позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Увеличение давления  $P_n$  воздушного транспортного потока в ЦКС способствует наибольшему повышению производительности при заданной норме высева посевной культуры.

2. При увеличении угла  $\alpha_B$  наклона воздухопроводов, радиуса  $R_{сн}$  семяпроводов, высоты  $H_{цкс}$  ЦКС приводит приблизительно к одинаковому повышению производительности РТС высевающего агрегата.

3. Увеличение радиуса  $R_p$  распределителя приводит к незначительному увеличению производительности РТС высевающего агрегата.

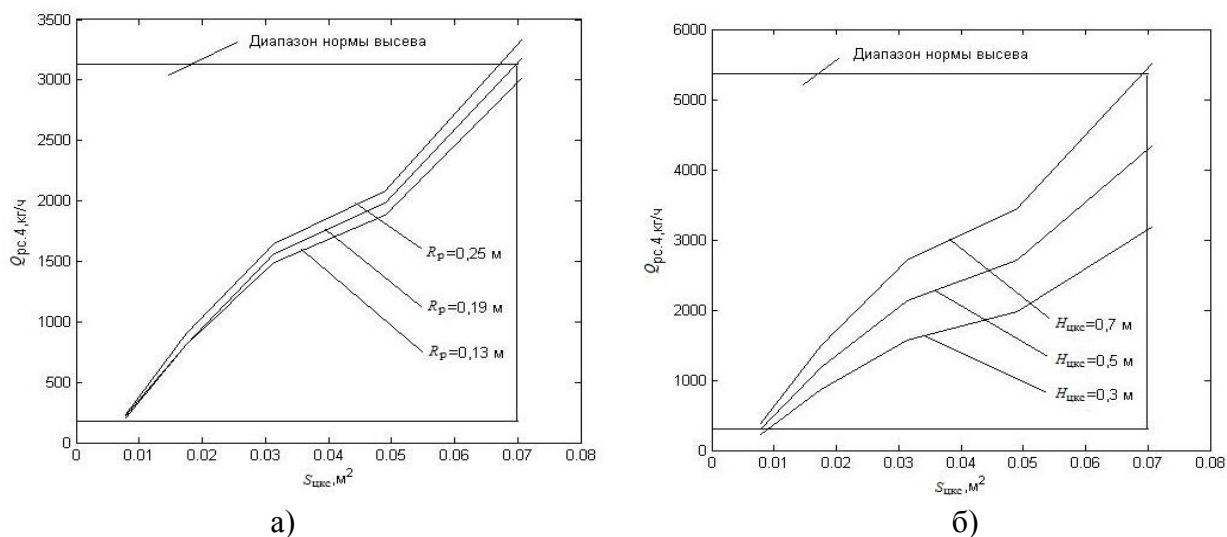


Рис. 2. Зависимости а)  $Q_{рс.4} = f(R_p, S_{цкс})$  и б)  $Q_{рс.4} = f(H_{цкс}, S_{цкс})$

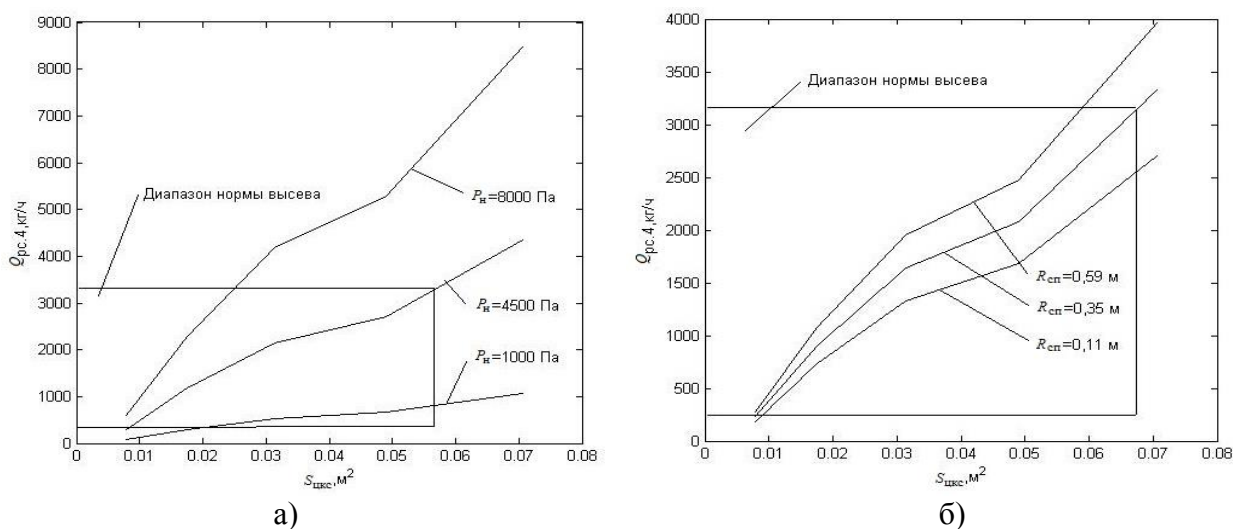


Рис. 3. Зависимости а)  $Q_{рс.4} = f(P_n, S_{цкс})$  и б)  $Q_{рс.4} = f(R_{сн}, S_{цкс})$

### Список литературы

1. Ламан, Н.А. Потенциал продуктивности хлебных злаков. Технологические аспекты реализации/ Н.А. Ламан, Б.Н. Янушкевич, К.И. Хмурец. – М.: Наука и техника, 1987. – 224 с.
2. Любушко, Н.И. Тенденции развития технического уровня зерновых сеялок/ Н.И. Любушко, В.Е. Хорунженко// Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1986. – С.25-31.
3. Крючин, Н.П. Повышение эффективности распределительно-транспортирующих систем пневматических посевных машин: монография. – Самара: РИЦ СГСХА, 2008. – 176 с.
4. Пятаев, М.В. К вопросу о моделировании процесса распределения семян распределителем пневматической зерновой сеялки/ М.В. Пятаев, А.П. Зырянов, Н.А. Кузнецов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9 (96). – С. 177-182.
5. Нуйкин, А.А. Посевные и посадочные машины / А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин. – Пенза: ПензАГРОТЕХсервис, 2005. – 164 с.
6. Сентюров, А.С. Распределение семян в пневматических централизованных высеваящих системах / А.С. Сентюров // Технологические основы механизации обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур комбинированными машинами: Сборник научных трудов БСХА. – Горки, 1987. – С. 63-68.
7. Пешехонов, А.А. Импульсное автоматическое управление с регулируемой подачей сыпучих материалов в непрерывных технологических процессах/ А.А. Пешехонов, Р.В. Зайцев. – СПб.: СПбГТИ, 2011. – С. 75-79.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ОКОН БУНКЕРА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК

**Синёнков Д.В.**

аспирант кафедры физики,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

**Дёмин С.Б.**

профессор кафедры физики, д-р техн. наук, профессор,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

В статье исследованы влияния параметров бункера и транспортных окон на производительность бункера высеваящих агрегатов. Даны рекомендации по выбору их основных параметров при заданной норме высева посевной культуры.

*Ключевые слова:* бункер, транспортные окна, производительность бункера высеваящего агрегата, математическое моделирование.

**Введение.** Повышение эффективности высева посевных культур посредством высеваящих агрегатов (сеялок) в условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках, заставляет производителей подобной продукции совершенствовать известные конструкции данных устройств и разрабатывать новые. Основное внимание, при этом в последнее время, уделяется пневматическим транспортирующим системам сеялок, где базовым или



«входным» узлом является бункер с определенным количеством транспортных окон [1-3]. Их количество, размер и форма определяют, в целом, производительность всей транспортирующей системы сеялки, исключают заторы и обрушения посевного материала в процессе транспортирования (высева). А потому, должны быть основательно изучены.

В этом случае, эффективным способом исследования является метод математического моделирования, позволяющий, не прибегая к сложным и затратным физическим экспериментам, получить огромный объем вычислительных данных исследуемого объекта объекта или процесса.

Оценим влияние параметров транспортных окон бункера пневматической сеялки на производительность транспортирующей системы с использованием компьютерного моделирования.

**Моделирование производительности бункера сеялок.** Производительность бункера высевающего агрегата, как одного из элементов транспортного механизма, зависит от ряда факторов:

- соответствие геометрического объема бункера сеялок требуемой норме высева посевной культуры при требуемой производительности;
- отсутствие зон торможений («заторов») посевной культуры на наклонных стенках бункера;
- беспрепятственный выпуск посевной культуры через транспортные окна бункера и транспортного узла сеялок.

На производительность бункера высевающих агрегатов влияют геометрическая форма и размер посевной культуры, агрегатное состояние. В [2] отмечено, что посевные культуры близки по форме к эллипсу, трапеции, тетраэдру или многогранной фигуре, что позволяет их рассматривать как фигуру шара с диаметром  $d_0$  при моделировании.

Анализ известных форм выполнения бункеров высевающих агрегатов (сеялок) показывает, что наиболее приемлемой формой бункера для обеспечения указанных выше требований, является конусно-цилиндрическая форма с транспортными окнами, близких к форме шара диаметром  $d \gg d_0 = 6 - 10$  мм, как показано на рисунке 1.

При моделировании примем следующие ограничения для математической модели бункера высевающего агрегата:

- для свободного схода посевной культуры с наклонных стенок бункера минимальный угол их наклона выбирается из условия  $tg \beta \geq \mu$ , здесь  $\mu$  – коэффициент внешнего трения массы посевной культуры [1];
- движение посевных культур в бункере при высеве происходит поступательно, т.е. отсутствуют вращательные движения;
- скорость движения и насыпная плотность посевной культуры по объему бункера принимаются за постоянные величины на некотором интервале времени  $t$ ;
- температура и влажность посевной культуры не учитываются.

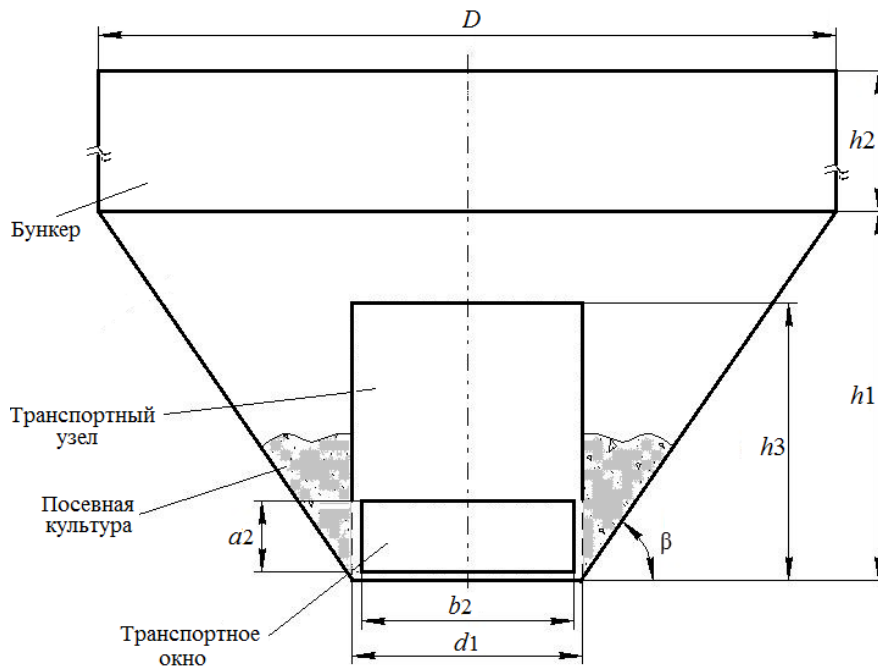


Рис. 1. Расчетная схема бункера высевающего агрегата:  
 $a_2, b_2$  – высота и длина транспортных окон,  $d_1, h_3$  – наружный диаметр и высота транспортного узла

С учетом рассмотренных ограничений, математическая модель производительности конусно-цилиндрического бункера с заданным количеством транспортных окон, будет описываться следующим выражением:

$$Q_B = k_0 \lambda_1 \cdot \frac{h_1 \left( \frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} \cdot \frac{d_1}{2} + \frac{d_1^2}{4} \right) + \frac{\pi D^2 h_2}{4} - V_{\text{шп}}}{n(a_2 - d_0)(b_2 - d_0) \cos \beta t_1} \times n(a_2 - d_0) \times (b_2 - d_0) \gamma_n k_4 - \Delta Q_B,$$

где  $V_0 = \frac{\pi P_{\text{бд}}}{3 \gamma_n t g^2 (90^\circ - \varphi)} \cdot \left( \frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} \cdot \frac{d_1}{2} + \frac{d_1^2}{4} \right) + \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{P_B}{\gamma_n}$  – объем бункера

$P_{\text{бд}} = \frac{h_1}{\pi} 3 \gamma_n t g^2 (90^\circ - \varphi)$  – боковое давление движущейся массы посевной культуры,  $P_B = h_2 \gamma_n$  – вертикальное давление движущейся массы посевной культуры,  $\varphi$  – угол внутреннего трения посевной культуры,  $\gamma_n$  – насыпная плотность посевной культуры,  $S_{\text{то}} = (a_2 - d_0)(b_2 - d_0)$  – площадь окна транспортного узла,  $V_{\text{шп}} = \pi d_1^2 h_3$  – наружный объем транспортного узла,  $n$  – количество транспортных окон,  $t_1$  – время истечения посевной культуры из бункера,  $k_4$  – коэффициент целостности семян посевной культуры при проходе через транспортные окна в единицу времени  $t$ ,  $\Delta Q_B$  – потери посевной культуры в бункере при высеивании.

Результаты математического исследования производительности конусно-цилиндрического бункера высевающего агрегата (сеялки) по предложенной математической модели приведены на рисунках 2 и 3.

По данным [2], определены допустимые диапазоны норм высева посевной культуры высевающих агрегатов (пневматических сеялок), которые составляют 220-3168 кг/ч при производительности бункеров 1,0-14,4 га/ч.

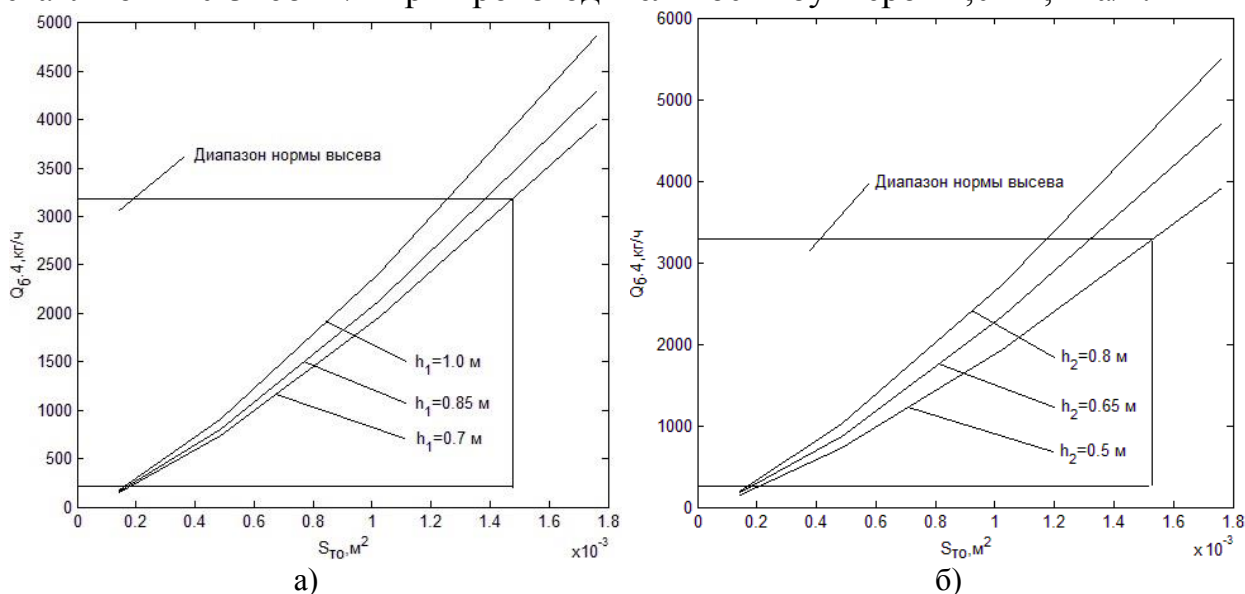


Рис. 2. Зависимости  $Q_6 = f(S_{T0})$  а) для нижней части бункера высотой  $h_1$ , б) для верхней части бункера высотой  $h_2$

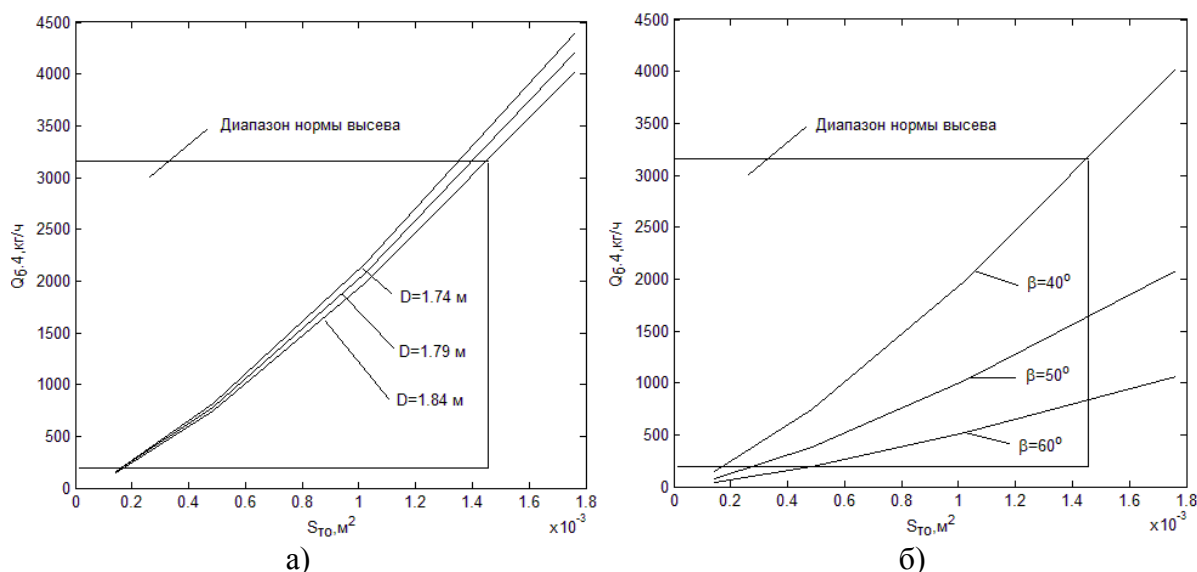


Рис. 3. Зависимости  $Q_6 = f(S_{T0})$  а) от диаметра  $D$  верхней части бункера высотой  $h_1$ , б) от угла  $\beta$  наклона стенок нижней части бункера высотой  $h_2$

**Выводы.** Исследование математической модели производительности конусно-цилиндрического бункера высевающего агрегата (сеялки) позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Увеличение размеров  $h_1$  и  $h_2$  бункера в его нижней и верхней частях требует увеличения площади  $S_{T0}$  транспортных окон при заданной норме высева посевной культуры.

2. Увеличение диаметра  $D$  верхней части бункера и уменьшение угла  $\beta$  наклона стенок нижней его части снижает производительность и нуждается в

увеличении площади  $S_{\text{то}}$  транспортных окон при заданной норме высева посевной культуры.

3. Наиболее значимыми величинами, влияющими на производительность конусно-цилиндрических бункеров высевающих агрегатов (сеялок), являются угол  $\beta$  наклона стенок его нижней части, высоты  $h_2$  верхней загрузочной части бункера и размера  $S_{\text{то}}$  площади транспортных окон.

#### **Список литературы**

1. Зенков, Р. Л. Бункерные устройства/ Р.Л. Зенков, Г.П. Гриневич, В.С. Исаев. – М.: Машиностроение, 1966. – 224 с.
2. Нуйкин, А.А. Посевные и посадочные машины/ А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин. – Пенза: ПензаАГРОТЕХсервис, 2005. – 164 с.
3. Фиалков, Б.С. Управление истечением сыпучих материалов / Б.С. Фиалков, В.Т. Плицын, В.Е. Максимов. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 148 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНО- ТРАНСПОРТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК**

***Синёнков Д.В.***

аспирант кафедры физики,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

***Дёмин С.Б.***

профессор кафедры физики, д-р техн. наук, профессор,  
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

В статье приводится методика повышения точности численного моделирования распределительно-транспортирующей системы (РТС) пневматических сеялок путем использования модификации метода Ричардсона, доказывається ее эффективность.

*Ключевые слова:* численное моделирование, эффективные численные методы, пневматические сеялки.

Программа развития сельского хозяйства в области растениеводства РФ на 2013-2020 гг. ориентирует производителей на создание новых и совершенствование известных технологий высева и обработки посевных культур и технических средств. Одной из главных задач решения современных проблем сельского хозяйства страны является разработка, исследование и внедрение в производство ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать стабильные урожаи при минимальных затратах средств. Это требование напрямую касается разработки высевающих агрегатов [1, 2].

В настоящее время при проектировании высевающих агрегатов (сеялок) большое внимание уделяется распределительно-транспортирующим си-

стемам (РТС) с воздушным транспортным потоком (пневматические РТС) из-за их достоинств (рис. 1) относительно известных технологий высева [3].

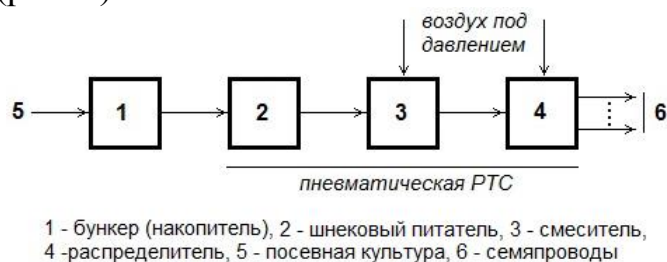


Рис. 1. Структура высевающего агрегата (сеялки) с пневматической РТС

Учитывая сложность проведения натурального эксперимента пневматической РТС и его оценки, эффективным способом исследования является метод численного моделирования, дающий возможность получать огромный объем числовых данных об объекте при относительно небольших материальных и временных затратах.

В настоящее время известны различные методики проведения такого расчета, которые обладают своими преимуществами и недостатками [4]. Однако существующие численные методы оказываются малоэффективными при проведении расчетов пневматических РТС высевающих агрегатов и требуют дополнительной доработки. Наиболее целесообразно здесь применение метода Ричардсона, попеременно-треугольного метода, различных итерационных методов вариационного типа. Причем все они, кроме первого, требуют предварительного расчета многих параметров, позволяя при этом решать задачу в областях с ярко выраженной неоднородностью сред.

В рамках решаемой задачи, расчетная область смесителя пневматической РТС высевающих агрегатов (сеялок) не обладает значительной неоднородностью [5, 6], поэтому в данном случае эффективным будет использование метода Ричардсона. Основные преимущества и суть данного метода заключаются в следующем.

Построение итерационной схемы Ричардсона заключается в изучении поведения ошибки  $\delta = f(n)$ . Такой анализ позволяет выбрать параметр  $\tau$ , рассматривая характер изменения ошибки  $\delta^n$  при переходе от  $n$ -ой к  $(n+1)$ -ой итерации, причем

$$\delta^n = u^n - u^T, \quad (1)$$

где  $u^T$  – массив точных значений потенциалов,  $u^n$  – массив потенциалов, полученный в результате  $n$ -ой итерации.

На границах расчетной области заданы краевые условия с нулевой ошибкой. Следовательно, внутри области функцию  $\delta^n$  можно разложить в ряд Фурье, который будет иметь вид

$$\delta_{i,j}^n = \sum_{k,m} C_{km} \sin \frac{k\pi}{N} i \cdot \sin \frac{m\pi}{M} j, \quad (2)$$

где коэффициенты разложения  $C_{km}$  зависят от параметра  $\tau$  и номера  $n$  итерации [4]. С уменьшением коэффициента  $C_{km}$  влияние гармоники  $k, m$  снижается, что ведет к уменьшению общей ошибки  $\delta^n$ .

А значит, выбор оптимального значения  $\tau_0$  требуется осуществлять из критерия наилучшего подавления гармоник ошибки в средней части спектра. Учитывая изменение гармонического состава ошибки  $\delta^n$  от итерации к итерации, следует выбирать новое значение  $\tau_0^n$  на каждом шаге с целью повышения эффективности метода [4].

В использовании набора оптимальных значений  $\tau_0^n$  заключается основное преимущество метода Ричардсона. Медленная сходимость других методов (метода простой итерации, Зейделя, верхней релаксации [4]) объясняется тем, что низко- и высокочастотные гармоники ошибки  $\delta^n$  подавляются с одинаковой скоростью и общая сходимость метода определяется лишь крайними границами спектра ошибки. Введение же набора оптимальных значений  $\tau_0^n$  обеспечивает поочередное подавление всех гармоник ошибки и её равномерное быстрое уменьшение за небольшое число итераций.

Рассмотрим способы получения набора оптимальных значений  $\tau_0^n$ .

Для этого, полагая  $\tau^n$  зависящим от номера итерации, запишем итерационную схему в виде:

$$u^{n+1} = (1 - \tau^n A + b)u^n. \quad (3)$$

В силу того, что соотношение аналогичное (3) будет выполняться и для массива точных значений потенциалов  $u^T$  и с учетом (1), для ошибки  $\delta^n$  можно записать:

$$\delta^{n+1} = (1 - \tau^n A + b)\delta^n. \quad (4)$$

Тогда, обозначив начальную ошибку (при  $n=0$ ) через  $\delta^0$ , получим выражение для ошибки после  $n_1$  итераций:

$$\delta^{n_1} = \delta^0 \prod_{n=0}^{n_1} (1 - \tau^n A + b). \quad (5)$$

Используя (5), можно показать, что для наилучшего подавления ошибки за  $n_1$  итераций, параметры  $\tau^n$  должны выбираться исходя из условия [4]:

$$\left\| \prod_{n=0}^{n_1} (1 - \tau^n A + b) \right\| = \min. \quad (6)$$

На практике, отыскание набора параметров  $\tau^n$ , минимизирующих норму (6), обычно заменяют отысканием  $\tau^n \in [\lambda_{\max}^{-1}; \lambda_{\min}^{-1}]$ , где  $\lambda_{\max}$  и  $\lambda_{\min}$  — наибольшее и наименьшее собственные числа матрицы коэффициентов си-

стемы  $A$ , при которых многочлены Чебышева первого рода степени  $n_1$ , принимают наиболее близкие к нулю значения. Тогда, как известно [4]:

$$\tau^n = 2 \left( \lambda_{\max} + \lambda_{\min} + (\lambda_{\max} + \lambda_{\min}) \cos \frac{(2n-1)\pi}{2n_1} \right)^{-1}, \quad 1 \leq n \leq n_1. \quad (7)$$

Рассчитанные в соответствии с (7), первые элементы последовательности  $\tau^n$  имеют порядок  $1/\lambda_{\max}$  и потому на первых итерациях наиболее активно подавляются гармоники ошибки соответствующие правой части спектра. Составляющие же левой части спектра гармоники подавляются на этих итерациях медленно. Однако они активно подавляются старшими элементами последовательности  $\tau^n$ , имеющими порядок  $1/\lambda_{\min}$ , т.е. при  $\tau^n \rightarrow \tau^{n_1}$ . Таким образом, происходит значительное равномерное уменьшение ошибки  $\delta^n$  за  $n_1$  итераций [4].

При решении прикладных вычислительных задач методом Ричардсона, обычно задаются сравнительно небольшим числом  $n_1 \sim 10 \dots 50$ , рассчитывают параметры  $\tau^{n_1}$  по формуле (7) и повторяют серии по  $n_1$  итераций (3) с одними и теми же параметрами  $\tau^{n_1}$  до тех пор, пока не выполнится некоторый критерий точности.

Основной трудностью при использовании метода Ричардсона является частичная проблема отыскания собственных чисел  $\lambda_{\max}$  и  $\lambda_{\min}$  массива  $A$ , который, как известно [4], для систем разностных уравнений воздушного потока пневматической РТС высевающего агрегата [5, 6] обладает большим размером и является плохо обусловленным. Для этого могут применяться различные приближенные методики [4].

Метод Ричардсона характеризуется высокой скоростью сходимости. Известно, что при использовании оптимального набора параметров  $\tau_0^n$  число итераций  $n$  на сетке размером  $N \times M$  узлов зависит от заданной точности  $\varepsilon$  следующим образом [4]:

$$n = 0,32NM \ln(2/\varepsilon). \quad (8)$$

График выражения (8) при  $N = M = 100$  показан на рисунке 2.

На рисунке 2 видно, что для достижения точности  $\varepsilon \approx 10^{-3}$  потребуется по методу Ричардсона потребуется выполнить  $n \approx 250$ , что при современных вычислительных ресурсах ЭВМ является вполне приемлемым.

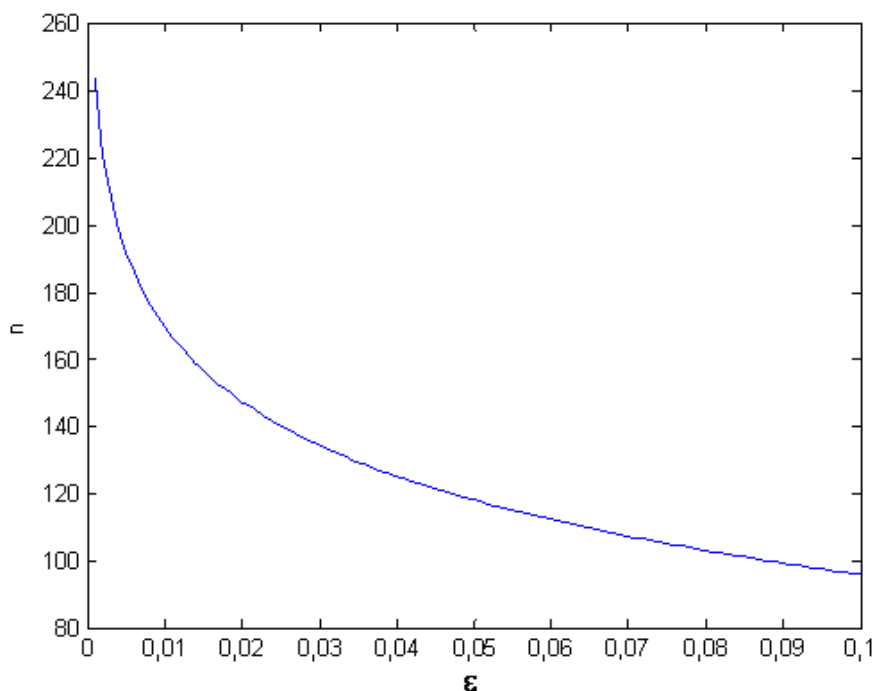


Рис. 2. Зависимость числа итераций  $n$  от требуемой точности  $\epsilon$  по методу Рундсона

Таким образом, решение системы конечно-разностных уравнений воздушного потока пневматической РТС высевающего агрегата наиболее эффективно искать с использованием метода Рундсона. Последовательность оптимальных значений параметров  $\tau_0^n$  для него предлагается определять на основе равенства (7) и с их помощью рассчитать неизвестные потенциалы по итерационной формуле (3).

#### Список литературы

1. Зенков, Р. Л. Бункерные устройства/ Р.Л. Зенков, Г.П. Гриневич, В.С. Исаев. – М.: Машиностроение, 1966. – 224 с.
2. Богомягих, В. А. Статическое сводообразование зерновых материалов в бункерах и способы его устранения/ В.А. Богомягих, В.А. Зацаринный, В.К. Шевкун, Е.В. Рудик, А.Н. Каплунов. – Ростов н/Д: «Терра», 2003. – 89 с.
3. Нуйкин, А.А. Посевные и посадочные машины/ А.А. Нуйкин, Н.П. Ларюшин. – Пенза: ПензаАГРОТЕХсервис, 2005. – 164 с.
4. Самарский, А.А. Численные методы/А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
5. Синёнков, Д. В. Моделирование влияния параметров бункера и транспортных окон на производительность бункера сеялок/ Д.В. Синёнков, С.Б. Дёмин// Вестник Дагестанского гос. техн. ун-та. – 2015. – №4 (39). – С.46-53.
6. Синёнков, Д. В. Математическое моделирование производительности шнекового питателя высевающего агрегата / Д.В. Синёнков, С.Б. Дёмин// Вестник Иркутского гос. техн. ун-та. – 2016. – №8. – С.36-42.



## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ГПС

**Филина О.А.**

ст. преподаватель кафедры ЭТКС,

Казанский государственный энергетический университет, Россия, г. Казань

**Аскаков Ф.Ф., Галиуллин Д.Р., Пасечник С.В.**

студенты кафедры ЭТКС, Казанский государственный энергетический университет, Россия, г. Казань

В статье показаны основные классы задач технической диагностики, которая сможет сократить расходы на остановку и повторный запуск городского подвижного состава, что является самым затратным. Сокращаются расходы на перевозку и возможно своевременное прогнозирование отказа того или иного узла агрегата.

*Ключевые слова:* техническая диагностика, свойство изделия, качественная особенность, эксплуатация, затраты.

Сравнительные характеристики наиболее эффективных методов диагностики ГПС на этапах зарождения неисправностей приведены на рисунке. При этом эффективность методов вибрационной диагностики определялась без учета возможных перспектив его развития к настоящему времени.

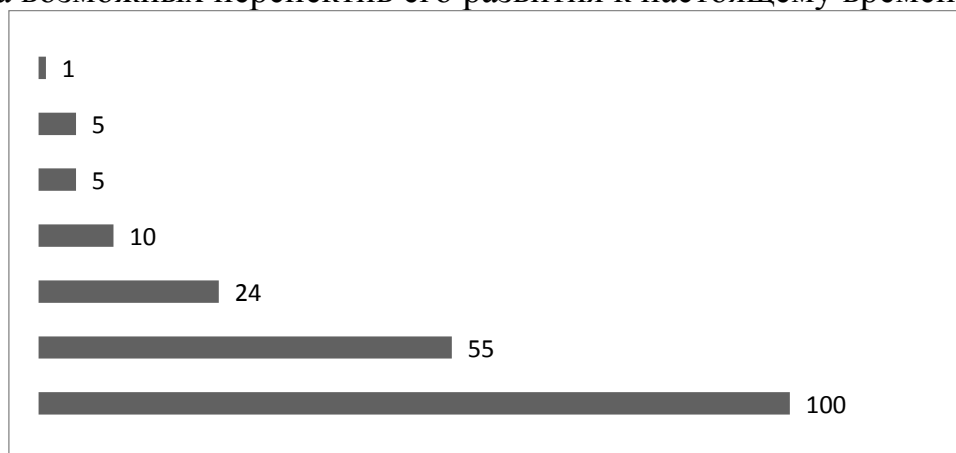


Рис. Показатели технической надежности применения различных методов диагностики для задач оценки технической надежности ГПС, %, на стадии зарождения дефекта: где Анализ масла – 55 %; Анализ вибрации – 24 %; Визуальный контроль – 10 %; Анализ температуры на входе СТ – 5 %; Анализ изменений при пуске-остановке – 5 %; Анализ изменений параметров цикла – 1 %

Как следует из рисунка, к числу технически надежных методов диагностики ГПА относятся:

- трибодиагностика;
- вибрационная диагностика;
- визуальный контроль.

При этом наибольшая техническая эффективность приходится на методы трибодиагностики. Очевидно, если концентрация металла в пробах масла превышает некоторый заданный уровень, то можно с уверенностью констатировать появление некоторого дефекта. Другое дело, какими материальными

ми и интеллектуальными затратами это достигается и насколько перспективна полученная информация. Прежде всего, для организации и проведения комплекса работ по периодическому контролю над концентрацией содержания металла или иных примесей в пробах масла созданы специализированные лаборатории, оснащенные специальной аппаратурой. Эти лаборатории укомплектованы специалистами соответственно решаемым задачам. С другой стороны, перевод теоретической возможности решения задач трибодиагностики в практическую плоскость на уровне автоматизированных систем в настоящее время связан с высокой технологической сложностью и стоимостью соответствующих работ. Именно в силу указанных обстоятельств *экономическая эффективность* использования комплекса методов трибодиагностики и вибрационной диагностики в совокупности оказывается одного порядка с экономической эффективностью собственно методов вибрационной диагностики.

Однако можно с уверенностью утверждать, что методология вибрационного диагностирования по своим возможностям значительно богаче, а затраты на реализацию соответствующих методов существенно меньше. Отсюда конечно не следует, что перспективными вопросами трибодиагностики заниматься не следует.

Как отмечалось выше, мы рассматриваем задачу автоматической оценки технического состояния работающего оборудования. Поэтому вопросы, связанные с визуальным контролем, который осуществляется на неработающем оборудовании, в таких системах не решаются. Однако информация, полученная средствами визуального контроля, может быть использована в автоматизированных системах диагностики как дополнительная.

Таким образом, на настоящее время с большой долей уверенности можно утверждать, что наиболее перспективным направлением для оценки механической надежности ГПА является методология и практика вибрационного диагностирования.

#### **Список литературы**

1. Филина О.А., Идиятуллин Р.Г. Аппроксимация вольтамперной характеристики щеточного контакта составной щётки с повышенным ресурсом. Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 8-1. С. 134-136.
2. Мойкин Д.А. Неразрушающий контроль в вагонном хозяйстве. Учебное пособие, Петербургский Государственный Университет путей сообщения, Санкт-Петербург, 2001. – 87 с.
3. Криворудченко В.Ф., Ахмеджанов Р.А. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта. Изд. Маршрут. 2005.
4. Бервинов В.И. Техническое диагностирование и неразрушающий контроль деталей и узлов локомотивов: Учебное пособие для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. Автор Бервинов В.И. Издательство УМЦ ЖДТ. 2008. С. 332. ISBN 978-5-89035-462-4

# ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТНЫХ ЗАДАЧ В НЕСТАЦИОНАРНОЙ ПРОБЛЕМНОЙ СРЕДЕ В 1 МЛН. ДИСКРЕТНЫХ СОСТОЯНИЙ УСПЕШНО РЕШЕНА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ АГЕНТОМ

*Худков Н.И.*

магистрант по направлению «Информационные системы и технологии»,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

*Клюкин В.Э.*

доцент кафедры вычислительной, канд. физ.-мат. наук,  
Уральский федеральный университет, Россия, г. Екатеринбург

Концепция интеллектуальных агентов экспериментально проверена на маршрутных задачах в большом нестационарном пространстве дискретных состояний (1 млн. состояний). Рассмотрены методы оптимизации поиска решения. Разработана практическая реализация программы рефлексного агента на основе знаний, действующего в большой нестационарной проблемной среде, в виде одностороннего клиент/серверного приложения реального времени с использованием алгоритма A Star (A\*).

*Ключевые слова:* искусственный интеллект: современный подход, маршрутные задачи, нестационарные пространства дискретных состояний, эвристический поиск, алгоритм A Star (A\*).

Как известно, поведение агента может быть описано с помощью *функции агента*, которая отображает конкретную последовательность актов восприятия проблемной среды на некоторое действие. Если функция агента представляет собой абстрактное математическое описание, то ее конкретная реализация, действующая в рамках архитектуры агента и проблемной среды, – *программа агента*. Разработка программы интеллектуального агента, способного решать маршрутные задачи в проблемной среде нестационарных дискретных состояний, относится к трудным проблемам ИТ и ИИ [1].

Была поставлена задача реализовать функцию рефлексного агента на основе знаний, оптимизирующего решение маршрутных задач в большой проблемной среде нестационарных дискретных состояний, и проверить экспериментально ее эффективность.

Программа агента была сконструирована с использованием эвристического оптимизированного алгоритма Н. Нильсона A Star (A\*), эффективно использующего априори известную информацию о задаче, решаемой в проблемной среде агента (рис. 1).

Каждый шаг агента вычислялся путем выращивания виртуальных деревьев, подобно реализации A\*, описанной И. Братко для стационарной среды, в которой каждый переход характеризуется функцией оптимизации  $f(n) = g(n) + h(n)$ , где  $g(n)$  – глубина,  $h(n)$  – *эвристическая функция* (прогнозируемое априори расстояние до цели),  $n$  – текущий узел на оптимальной траектории, [2]. Для экспериментальной проверки эффективности программы агента был выбран скоростной игровой движок разработки 2D-3D приложений – Unity3d. В качестве языка разработки использован C#.

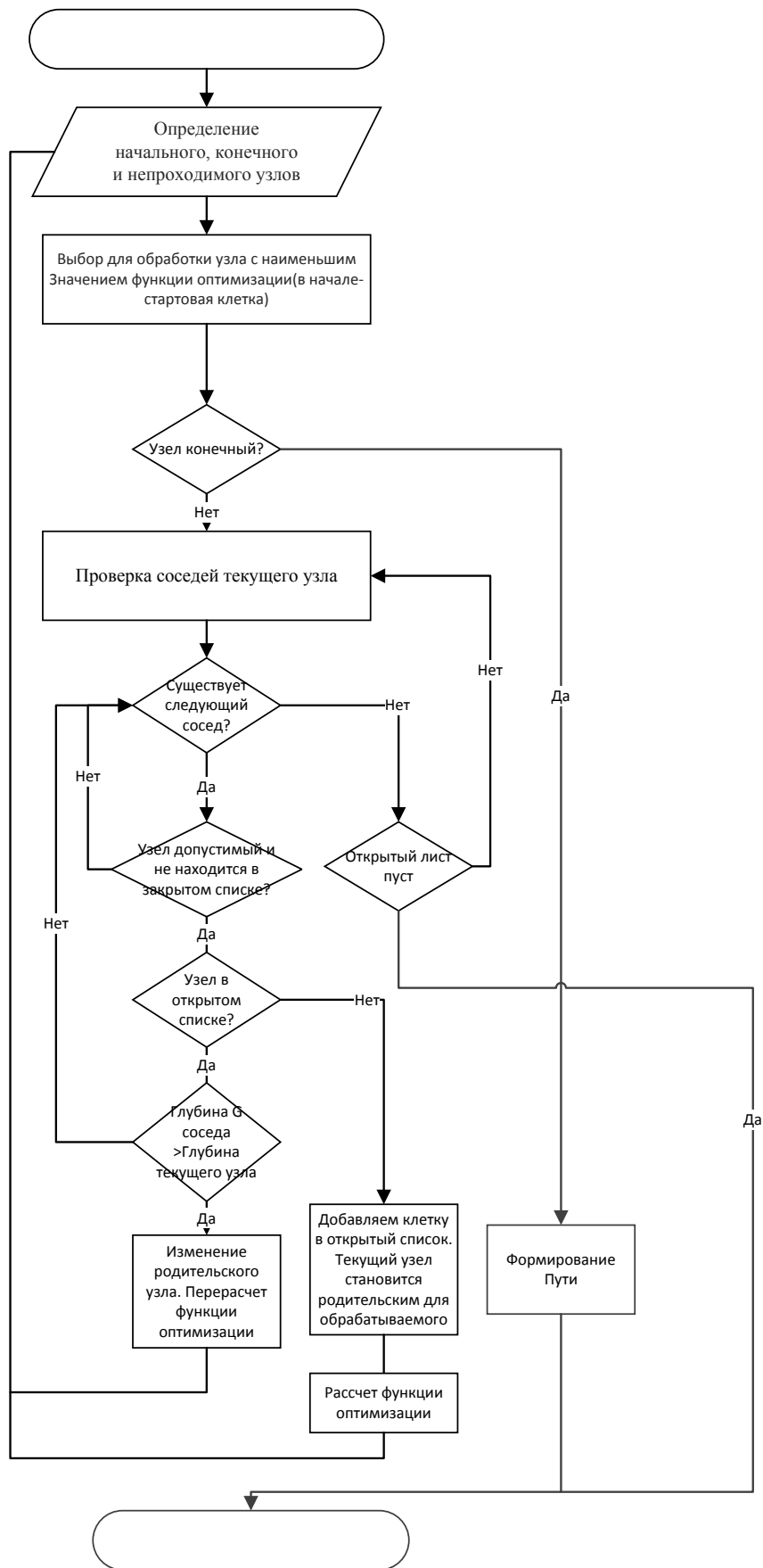


Рис. 1. Алгоритм работы программы агента

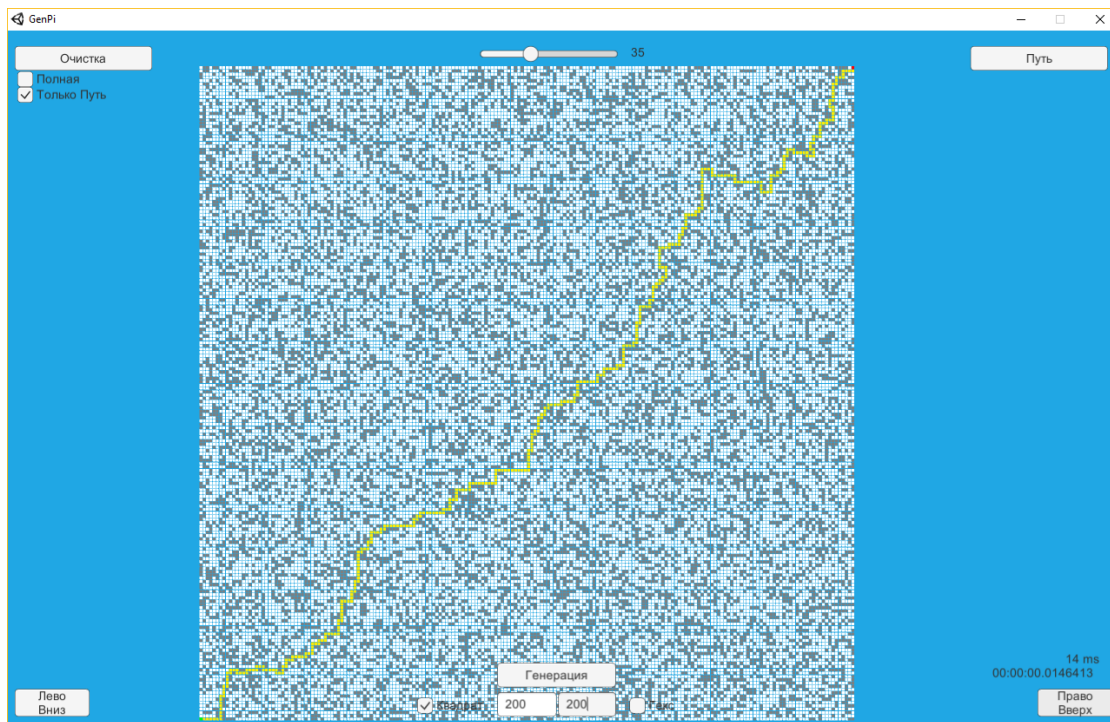


Рис. 2. Агент догоняет убегающую цель, пробираясь в пространстве запрещенных ячеек

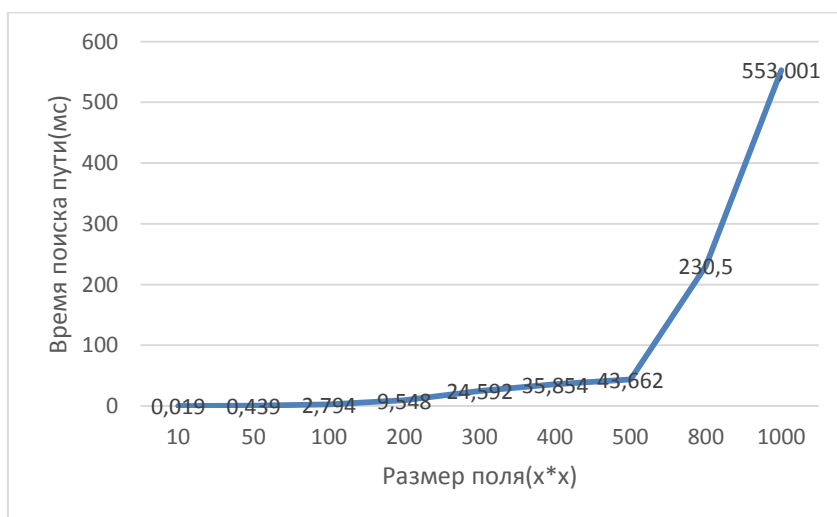


Рис. 3. Зависимость времени поиска пути от количества ячеек в среде

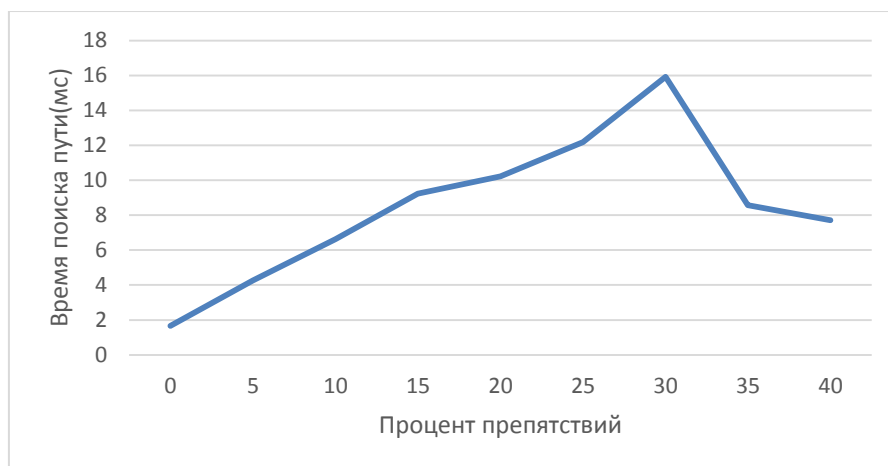


Рис. 4. Зависимость времени поиска пути от процента препятствий

В ходе разработки было выявлено, что использование базового алгоритма игрового движка допустимо только для небольшого числа состояний проблемной среды (порядка нескольких тысяч), и при дальнейшем увеличении программа не завершала работу.

Для усовершенствования работы движка было внесено несколько изменений: вместо закрытого списка использовалась хеш-таблица, применен скоростной алгоритм сортировки вставкой, вместо массива – бинарная куча и др., что значительно увеличило производительность движка при визуализации работы агента.

### **Полученные результаты**

Результаты экспериментальных исследований функции агента приведены на рисунках 2-4. Агент сохранял свою функцию до размеров проблемной среды в 1 млн. состояний.

### **Список литературы**

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход / Пер. с англ. – М.: «И.Д. Вильямс», 2015. – 1408 с.
2. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке Prolog, 3-е издание. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 640 с.
3. Алгоритм А\*- Университет ИТМО, СПб. Режим доступа: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Алгоритм\\_А\\*](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Алгоритм_А*)

## **ТЕХНОЛОГИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ПЛАВСРЕДСТВА И ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА, ВКЛЮЧАЯ ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА**

***Черствов А.А.***

руководитель проектов, ООО «Авиатика», Россия, г. Москва

***Фридендер Г.В.***

инженер-математик, ООО «Авиатика», Россия, г. Москва

Представлена технология распределенного имитационного моделирования, соответствующая мировому уровню. Технология предназначена для наглядного отображения, расчета, оптимизации режимов эксплуатации универсального спасательного плавсредства со сменными движительно-рулевыми модулями.

*Ключевые слова:* распределенное имитационное моделирование, универсальное спасательное плавсредство, ледовые условия.

Разработана технология распределенного имитационного моделирования, соответствующая мировому уровню. Технология предназначена для наглядного отображения, расчета, оптимизации режимов эксплуатации универсального спасательного плавсредства (УСП) – модификации спасательной шлюпки, способной автономно передвигаться и транспортировать людей на безопасное расстояние от аварийных объектов в условиях сложной ледовой и

погодной обстановки. Отличительной особенностью УСП является возможность использования сменных движительно-рулевых модулей: колесного движительно-рулевого комплекса (КДРК), угловой колонки с открытым винтом (УК) и реактивно-пневматического движителя (РПД). Особое внимание уделено в работе моделированию поведения УСП в ледовых условиях арктического шельфа, где потребность в плавсредствах такого типа наиболее высока.

В частности, смоделирован и рассчитан процесс выхода УСП с КДРК из воды на лед. В основе математической модели КДРК лежит модель течения двух вязких несжимаемых несмешивающихся жидкостей, описываемая уравнениями Навье-Стокса. В качестве модели турбулентности была выбрана модель  $k-\omega$ . Для описания турбулентных величин в данной модели используется система двух нелинейных уравнений – для переноса кинетической энергии турбулентности  $k$  и удельной скорости диссипации энергии  $\omega$  [1]. Гидродинамический расчет движения КДРК в воде выполняется при помощи программного пакета OpenFOAM (рисунок).

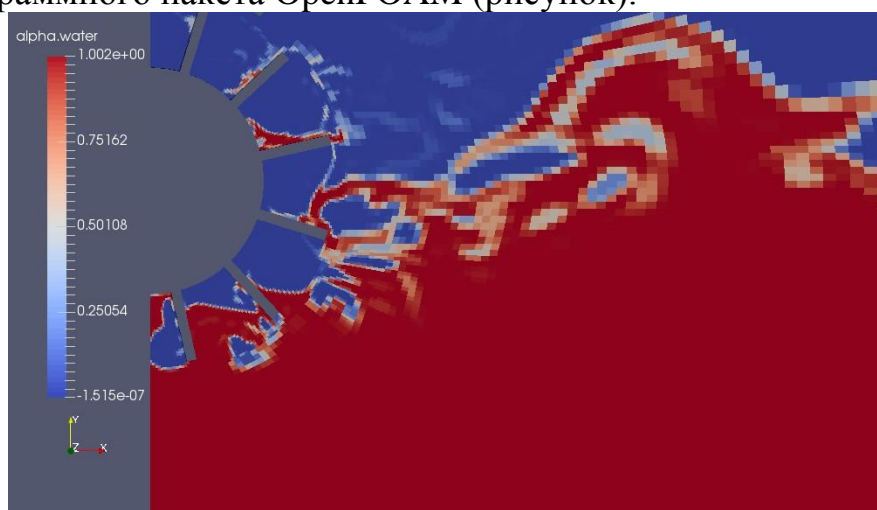


Рис. Расчёт тяги колёсного движителя

Далее пошагово моделируется контакт плиц КДРК с ледяным уступом, рассчитываются углы дифферента и силы упора гребных колес, обеспечивающие постепенный выход УСП из воды на льдину. Предусмотрена возможность моделировать процесс выхода при разных начальных углах сцепки плицы КДРК с уступом, в том числе при отрицательных. Рассчитывается максимальная полезная нагрузка УСП, при которой выход на лед еще возможен, при разных значениях геометрических размеров плиц и мощности двигателя. Оценивается пригодность различных вариантов материалов, в том числе композиционных, для изготовления корпуса и движителя.

Кроме того, для УСП с каждым из трех вышеперечисленных сменных движительно-рулевых модулей моделируется движение в установившемся режиме, в различных водных и ледовых условиях, таких как:

- спокойная вода, свободная ото льда;
- высокие волны;
- вода, смешанная с битым и мелкобитым льдом;

- тонкий слой льда, проламывающийся под весом УСП;
- толстый слой льда, выдерживающий вес УСП.

Математические модели поведения УСП с различными движителями в различных эксплуатационных условиях реализованы в программных объектах, имитирующих компоненты УСП и явления окружающей среды. В целях проведения комплексного имитационного моделирования, объекты подключаются к шине обмена событиями, которая организует совместное функционирование объектов. Каждый объект генерирует и рассылает через шину события, отражающие внешние проявления изменения состояния моделируемого компонента. Одновременно объект может принимать события от объектов смежных компонентов, требующие реакции с его стороны. События оснащены пакетами данных, содержащими полезную информацию о состоянии источника, состав и структура которой определяется типом события.

В результате функционирования такой многокомпонентной имитационной модели появляется возможность формировать фотореалистичные анимационные ролики, наглядно и достоверно демонстрирующие разнообразные сценарии поведения УСП. Такой подход соответствует международному стандарту IEEE 1516 «IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)» [2].

Таким образом, представленная технология распределенного имитационного моделирования УСП позволяет проводить полноценные виртуальные испытания изделия в различных условиях, оценивать и отчасти оптимизировать эксплуатационные показатели, не прибегая к затратному изготовлению натуральных моделей. Оснащение шельфовых месторождений и других потенциально опасных технических объектов спасательными плавсредствами, эффективность которых подтверждается на стадии проектирования всесторонней виртуальной отработкой на имитационной модели, позволит значительно продвинуться в освоении Арктики.

#### Список литературы

1. Юн А.А. Исследование течений и прочностной анализ. М.: «ЛЕНАНД», 2013. 427 с.
2. IEEE 1516-2010. IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA) – Framework and Rules. New York: IEEE, 2010.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЛИНЕЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

*Шуваев П.В., Медведев А.С.*  
магистранты, Пензенский государственный университет,  
Россия, г. Пенза

Представлены результаты отработки алгоритма линейной фильтрации экспериментальных данных на математических примитивах типа "треугольник". Рассмотренные варианты минимального и максимального значения точности аппроксимации показали, что предложенный алгоритм доведен до программной реализации верно.



*Ключевые слова:* алгоритм, программа, визуализация, линейная фильтрация, примитив, обработка данных.

Проверка работы алгоритмического обеспечения для обработки и визуализации экспериментальных данных, полученных в результате проведения испытаний технических средств на вибропрочность и виброустойчивость, проводилась на математических примитивах типа "треугольник". Выбор примитива типа "треугольник" обоснован тем, что позволяет проверить работу предложенного алгоритма линейной фильтрации в двух предельных состояниях:

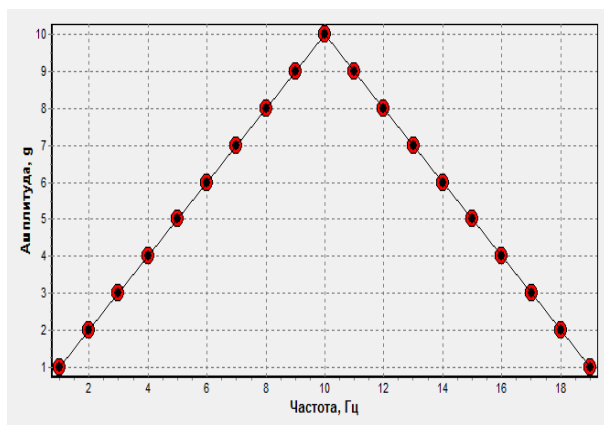
1) Отсутствие отклонения точек массива экспериментальных данных от аппроксимирующей кривой.

2) Максимально возможное отклонение точек массива экспериментальных данных от аппроксимирующей кривой.

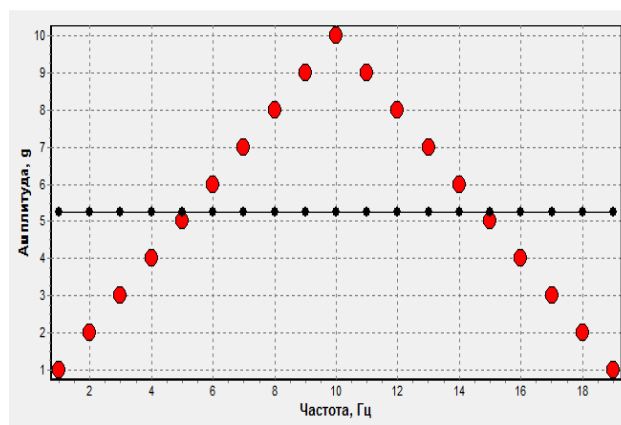
В первом случае отклонение точек массива экспериментальных данных от аппроксимирующей кривой задается пользователем равным нулю. Такое условие должно привести к вырождению результирующей кривой в интерполяционную кривую [1-3]. При исследовании примитива типа "треугольник" результирующая кривая пройдет через все точки экспериментальных данных и повторит контур примитива.

Во втором случае максимальное отклонение точек массива экспериментальных данных от аппроксимирующей кривой приведет к вырождению результирующей кривой в аппроксимирующую прямую, показывающую "тренд" исследуемой функции [4-7]. При исследовании примитива типа "треугольник" результирующая кривая станет прямой линией [8-11]. В случае равностороннего треугольника, линия будет строго горизонтальной.

Полученные результаты работы программы представлены на рисунках 1 и 2. На рисунке 1 (а) черной линией показана результирующая кривая при задании точности аппроксимации равной нулю. Результирующая кривая полностью повторила форму исследуемого примитива, что соответствует сделанному предположению.



а)



б)

Рис. 1. Результат работы программы (а – при заданной точности аппроксимации равной нулю, б – при заданной точности аппроксимации равной 150)

На рисунке 1 (б) черной линией показана результирующая кривая при задании точности аппроксимации равной 100 единиц. Результирующая кривая в данном случае приняла вид горизонтальной прямой, что так же соответствует сделанному предположению.

Так же проведена проверка работы алгоритма выделения пиков положительных всплесков. Для исследуемого примитива должен быть выделен один пик в середине фигуры. На рисунке 2 (а) синей линией показан выделенный программой пик на частоте 10 Гц, что соответствует сделанному предположению. Для более полной проверки работы алгоритма выделения пиков положительных всплесков был взят более сложный примитив, состоящий из двух треугольников. Для такого примитива должно быть выделено два пика. На рисунке 2 (б) синими линиями показаны выделенные программой два пика на частоте 5 Гц и 13 Гц, что так же соответствует сделанному предположению.

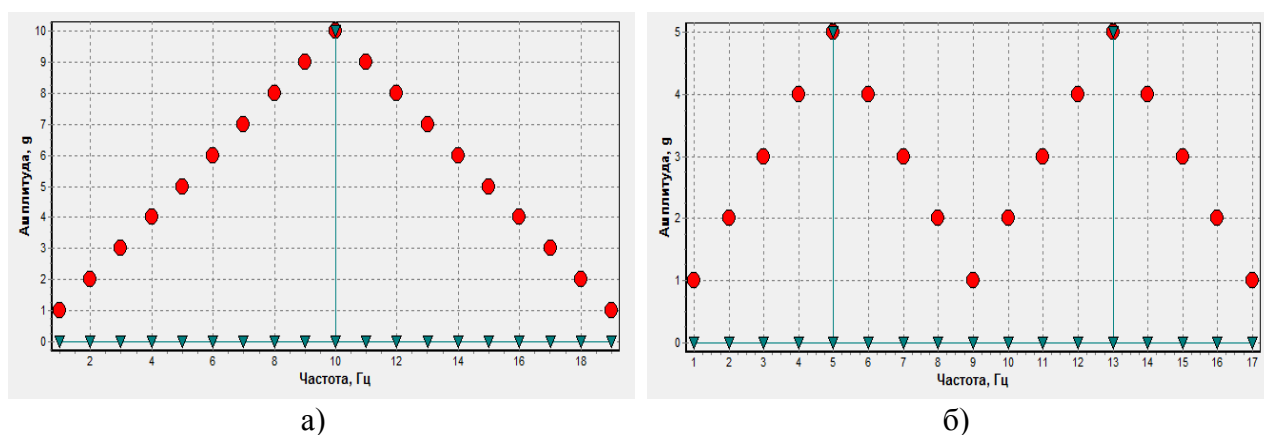


Рис. 2. Результат работы программы (а – при выделении одного пика положительного всплеска, б – при выделении двух пиков положительных всплесков)

Таким образом, проведенная проверка работы алгоритма линейной фильтрации показала, что предложенные алгоритмы доведены до программной реализации без ошибок. Разработанная программа найдет применение в вузах при подготовке бакалавров и магистров по направлению "конструирование и технология радиоаппаратуры" [12-14].

### Список литературы

1. Таньков, Г.В. Исследование моделей стержневых конструкций радиоэлектронных средств / Таньков Г.В., Трусов В.А., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2005. Т. 1. С. 156-158.
2. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 129-135.
3. Голушко, Д.А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Герасимов О.Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). С. 88-92.
4. Герасимов, О.Н. Программная система оценки качества демпфирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств / Герасимов

О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.

5. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией / Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 73-78.

6. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / Затылкин А.В., Лысенко А.В., Таньков Г.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.

7. Голушко, Д.А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Калашников В.С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). С. 105-112.

8. Володин, П.Н. Установка для экспонирования фоторезиста на печатных платах в условиях учебной лаборатории / Володин П.Н., Затылкин А.В. // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-1. С. 34-35.

9. Структурное обнаружение и различение вырывов проводящего рисунка печатных плат / Григорьев А.В., Юрков Н.К., Затылкин А.В., Данилова Е.А., Држевецкий А.Л. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. № 4 (28). С. 97-108.

10. Затылкин, А.В. Актуальные задачи в разработке информационно-измерительных и управляющих систем проведения механических испытаний РЭС / Затылкин А.В., Герасимов О.Н., Голушко Д.А. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 6-2. С. 43-45.

11. Голушко, Д.А. Исследование процесса образования стоячих волн в классических элементах конструкций РЭС / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Таньков Г.В. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 12. С. 88-98.

10. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами / Затылкин А.В. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009.

11. Затылкин, А.В. Инновации в образовательных учреждениях и интерактивные программы обучения / Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 155-158.

12. Методология формирования профессиональных навыков в интеллектуальной компьютерной системе обучения с внешним объектом изучения / Алмаметов В.Б., Затылкин А.В., Граб И.Д., Зияутдинов В.С., Щербакова С.В. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 1. С. 48-54.

13. Затылкин, А.В. Актуальные задачи в разработке информационно-измерительных и управляющих систем проведения механических испытаний РЭС / Затылкин А.В., Герасимов О.Н., Голушко Д.А. // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 6-2. С. 43-45.

14. Голушко, Д.А. Исследование процесса образования стоячих волн в классических элементах конструкций РЭС / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Таньков Г.В. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 12. С. 88-98.

# ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ВИБРОПРОЧНОСТЬ И ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ

*Шуваев П.В.*

магистрант, Пензенский государственный университет,  
Россия, г. Пенза

*Мишанин А.С.*

инженер-электроник, АО «НПП «Рубин», Россия, г. Пенза

Предложен вариант графического интерфейса программы, предназначенной для обработки и визуализации экспериментальных данных полученных в результате проведения испытаний технических средств на вибропрочность и виброустойчивость. Дано описание основных режимов работы программы. Показаны экранные формы основных функциональных возможностей разработанной программы.

*Ключевые слова:* визуализация, виброперемещения, экспериментальные данные, аппроксимация, частотный анализ.

Исследованию динамических характеристик конструкций радиоэлектронных средств и их элементов посвящено множество научных трудов [1-3]. Однако, исследование лишь математических моделей не позволяет в полной мере оценить динамические характеристики сложных технических систем и осуществить достоверное прогнозирование остаточного ресурса [4-7].

Предложенная авторами программа предназначена для обработки и визуализации экспериментальных данных полученных в результате проведения испытаний технических средств на вибропрочность и виброустойчивость. Разработанная программа найдет применение в вузах при организации учебного процесса подготовки технических специалистов по направлению "конструирование и технология радиоаппаратуры" [8-10].

Интерфейс разработанной программы показан на рисунке 1. Основное место занимает область вывода графической интерпретации экспериментальных данных. Данные представляются в виде функциональной зависимости амплитуды виброперемещения ( $g$ ) полученных данных, от действующей частоты (Гц). Экспериментальные данные представляются пользователю в графическом виде, отражающем амплитудно-частотную характеристику технического средства.

Внизу экранной формы расположена таблица, дублирующая графическую информацию в численном виде. Такое дублирование является полезным для установления точного соответствия амплитуды виброускорений соответствующей конкретной частоте [11].

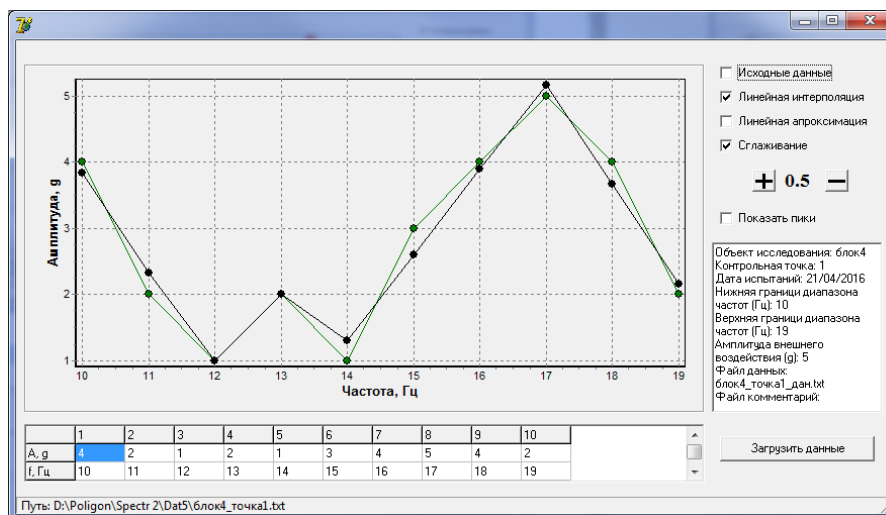


Рис. 1. Экранная форма отображения сглаженных данных

Справой стороны расположены клавиши управления и область, в которую выводится служебная информация, к которой относится наименование объекта исследования, номер контрольной точки, дата проведения эксперимента, частотный диапазон и т.д.

Работа программы начинается с открытия файла, содержащего массив экспериментальных данных. В нижнем правом окне видна служебная информация (наименование объекта исследования, номер контрольной точки, дата проведения эксперимента, частотный диапазон и т.д.).

Результат работы предложенного алгоритма линейной фильтрации показан на рисунке 2. График полученной после фильтрации функции показан черным цветом, исходные данные зеленым.

Результат работы предложенного алгоритма выделения пиков положительных всплесков амплитудно-частотной характеристики показан на рисунке 2. Полученный частотный спектр показан вертикальными линиями.

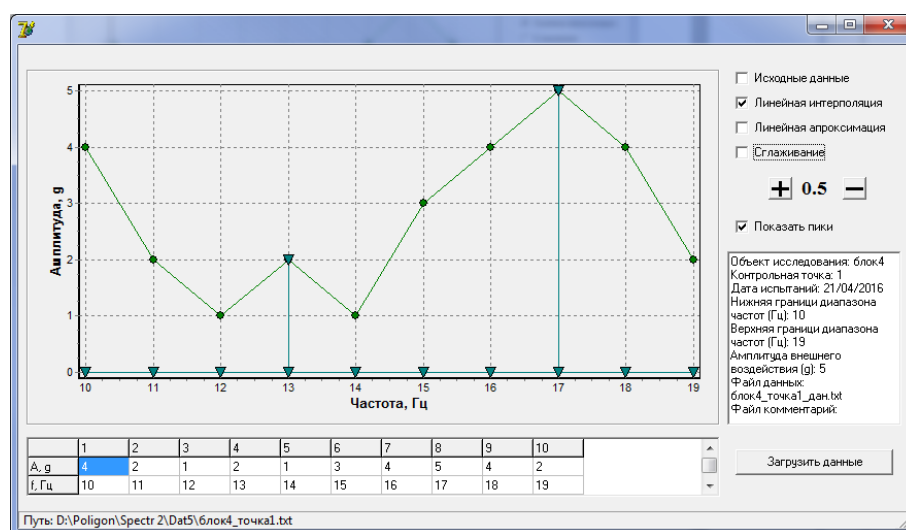


Рис. 2. Экранная форма выделения пиков положительных всплесков

Таким образом, разработанный графический интерфейс интуитивно понятен и позволяет реализовать весь необходимый пользователю функционал.

### Список литературы

1. Таньков, Г.В. Исследование моделей стержневых конструкций радиоэлектронных средств / Таньков Г.В., Трусов В.А., Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2005. Т. 1. С. 156-158.
2. Затылкин, А.В. Исследование динамических характеристик стержневых элементов конструкций РЭС волновым методом / Затылкин А.В., Голушко Д.А., Рындин Д.А. // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 129-135.
3. Голушко, Д.А. Методика исследования динамических характеристик технических систем на основе рассогласования фаз внешнего вибрационного воздействия / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Герасимов О.Н. // Надежность и качество сложных систем. 2014. № 4 (8). С. 88-92.
4. Герасимов, О.Н. Программная система оценки качества демпферирования проектируемой системы пассивной амортизации бортовых электронных средств / Герасимов О.Н., Затылкин А.В., Юрков Н.К. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2015. Т. 1. С. 309-312.
5. Лысенко, А.В. Конструкция и методика расчета гибридного виброамортизатора с электромагнитной компенсацией / Лысенко А.В., Затылкин А.В., Ястребова Н.А. // Вестник Пензенского государственного университета. 2013. № 4. С. 73-78.
6. Затылкин, А.В. Алгоритм и программа расчета статически неопределимых систем амортизации бортовых РЭС с кинематическим возбуждением / Затылкин А.В., Лысенко А.В., Таньков Г.В. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. 2013. Т. 1. С. 223-225.
7. Голушко, Д.А. Методика прогнозирования ресурса электрорадиоэлементов печатного узла в условиях внешних вибрационных воздействий / Голушко Д.А., Затылкин А.В., Калашников В.С. // Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6 (6). С. 105-112.
8. Затылкин, А.В. Модели и методики управления интеллектуальными компьютерными обучающими системами / Затылкин А.В. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет. Пенза, 2009
9. Методология формирования профессиональных навыков в интеллектуальной компьютерной системе обучения с внешним объектом изучения / Алмаметов В.Б., Затылкин А.В., Граб И.Д., Зияутдинов В.С., Щербакова С.В. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 1. С. 48-54.
10. Затылкин, А.В. Инновации в образовательных учреждениях и интерактивные программы обучения / Затылкин А.В. // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 155-158.
11. Структурное обнаружение и различение вырывов проводящего рисунка печатных плат / Григорьев А.В., Юрков Н.К., Затылкин А.В., Данилова Е.А., Држевецкий А.Л. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2013. № 4 (28). С. 97-108.

## СЕКЦИЯ «ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ»

### КУЛЬТУРА ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА, СОВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ

*Амамбаева Н.С.*

ст. преподаватель кафедры социально-культурной деятельности и туризма, Гжельский государственный университет, Россия, Московская обл., п. Электроизолятор

*Коржанова А.А.*

доцент кафедры социально-культурной деятельности и туризма, канд. культурологии, Гжельский государственный университет, Россия, Московская обл., п. Электроизолятор

В статье показано влияние культуры на все сферы жизни человека и, прежде всего, на манеру поведения. Рассматриваются нормы поведения различных социальных групп и ролевые функции, диктующие стереотипы поведения. Показано, что прогресс культуры нельзя рассматривать отдельно от изменений, происходящих в социальной, экономической и политической жизни общества. Тем не менее, приоритетность культуры является основным законом жизни всей человеческой цивилизации.

*Ключевые слова:* культура, культурные ценности, манеры поведения, социальные группы, человек и общество, этикет.

О проблемах культуры и человека изъяснялись многие писатели предшествующих веков и современности. Нет такой сферы жизнедеятельности человека, на которую не влияла бы культура. Предельное же влияние она изъясняет на образ жизни любого члена общества, любой личности. То, что представляет собой культура в данной стране, можно уяснить, рассмотрев установки сознания, духовные потребности, ценности ее граждан, ведь все вышеперечисленное влияет на характер поведения, общение людей, ценности, эталоны, нормы поведения. Люди склоняются к типу жизни, предполагающему высокий уровень сознания и культуры. Скажем, если центром культуры является человек со всеми его потребностями и заботами, то особое место в социальной жизни занимают и вопросы освоения им культурной среды, и проблемы, связанные с достижением им высокого качества жизни в процессе создания и восприятия культурных ценностей. Таким образом, если индивид замкнут в себе, сторонится контактов, враждебен к окружающим, негативно относится к учебе, имеет низкий уровень образования – то его социальная жизнь скудна.

Л. Уорд, признавая потребности и желания социальными силами, главными из потребностей считает голод и любовь.

В мегаполисе в течение дня мы сталкиваемся с сотнями и даже тысячами людей. В наше время число непродолжительных контактов между людьми значительно возросло. Каким образом можно судить об уровне их культуры, не зная ничего или почти ничего об их внутреннем мире? Только лишь по

их поведению, по внешним проявлениям культуры? Этого будет слишком мало для объективной оценки.

Совокупность норм, функционирующих в том или ином сообществе, составляет неразделимую систему, разнообразные элементы которой взаимообусловлены и призваны, обеспечивать упорядоченность, устойчивость и постоянство социального взаимодействия индивидов и социальных групп. Нормы малых групп возникают и продолжают существовать исключительно в малых группах (семьях, спортивных командах, дружеских компаниях, служебных коллективах), нормы больших групп (общества в целом), манеры поведения, традиции, этикет присущи каждой социальной группе. Так существуют манеры поведения пожилых людей, военных, национальные обычаи и др.

Общеобязательность социального поведения тесно связана с ролевыми функциями человека в обществе, социальной группе. Данные функции назначены его статусом в такой группе. Общественная норма, прививаемая гражданину, группе и обществу, диктует поведение, которое будет ожидаемо. Вырабатываются стереотипы, видение человеком своего необходимого поведения в обществе.

Достижение этого происходит следующим образом:

1. *Обязанность одного человека по отношению к другому или другим людям.* Правила поведения военнослужащих обязывают каждого военного выполнять требуемые нормы поведения, определенные обязательства перед другими военнослужащими, своими командирами и командиром части. Такие правила как социальные нормы определяют развитие общественных отношений группе, а значит и общества.

2. *Ожидания малой группы, большой группы, общества в целом.* От каждого индивида, соблюдающего социальные нормы, окружающие ждут определенного поведения. Подчас пассажиры общественного транспорта сначала выходят из него, а лишь затем другие входят, появляется организованное взаимодействие. При нарушении нормы возникают столкновения и беспорядок. Стало быть, социальные нормы определяют формирование системы социального взаимодействия, которая включает мотивы, цели, направленность субъектов действия, действие, ожидание, оценку и средства.

Социальные нормы выполняют собственные функции в зависимости от того, в каком качестве они себя выражают:

- 1) как эталоны поведения (правила, требования, обязанности);
- 2) как ожидания поведения (стереотипы, реакция иных людей).

Социальные нормы имеют всеобщий характер, фиксируя какое-либо правило поведения, влияют не на конкретного индивида, а на всех людей, находящихся в аналогичных ситуациях.

1) *неопределенность адресата* (тому, кто находится в конкретном качестве, в конкретных условиях, предусмотренных социальными нормами);

2) *универсальность применения* (в актах общественных отношений, производства, обмена, взаимодействия индивидов);

3) *многократная повторяемость* (критерий исторического процесса, обозначающий закономерность развития).



Фиксируется акт деятельности, который на практике утвердился в жизни. Значит, совершённые поступки становятся негласным правилом, которое в свою очередь, формирует целенаправленную деятельность каждого индивида, обусловленную объективными факторами. Эти факторы придают социальным нормам, так называемую, «объективную властность».

Нормы поведения предполагают и относительную свободу поведения, которую каждый человек ощущает, когда поступает в соответствии с социальными правилами, хотя мог бы и пренебречь ими (например, один гражданин собирается переходить дорогу по пешеходному переходу, а другой, следуя на автотранспорте, останавливается и уступает дорогу). В то же время, когда человек пренебрегает правилами поведения, он должен быть готов подвергнуться определенному рода санкциям, применяя которые общество обеспечивает уважительное отношение индивидов к общественным правилам. При помощи социальных норм общество пытается обеспечить реализацию определенных общественных функций. Реализация этих функций представляет общественный интерес. Этот общественный интерес не обязательно является, в полном смысле слова, интересом преобладающей части общества. При всем этом, он является общественным в том смысле, что при помощи социальных норм обеспечивает координацию и согласование действий индивидов для того, чтобы успешно разворачивался, прежде всего, процесс общественного производства, обеспечивающий существование общества на данной ступени его развития.

Социальные восхождения навсегда способны построить судьбоносную культуру, большей частью они её обозначают или в лучшем случае открывают перед ней двери. А культура не может вырабатываться без внутренних проблем и противоречий, решение которых является одной из основных движущих сил культурных измерений.

Общество способно плодотворно развиваться только при условии преодоления противоречий между культурой и социальными отношениями, постоянно восстанавливая их единство. Несомненно, учитывая специфические культурные законы, прогресс культуры нельзя отрывать от видоизменений, происходящих в социальной и экономической, политической жизни страны.

Приоритетность культуры – основной закон жизни всей человеческой цивилизации. Это закон и залог её будущей жизни. Что будет происходить с человечеством при отрицании этого закона – видно, к сожалению, на примере нынешнего состояния общества. Выйти из этого состояния, приобщиться к цивилизованному миру возможно только при воспитании культурных приоритетов.

#### **Список литературы**

1. Гришаева Л.И. Введение в теорию межкультурной коммуникации: уч. пособие/Л.И.Гришаева, Л.В.Цупикова – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 352 с.
2. Гишинский Я.И. Творчество: норма или отклонение? // Социологические исследования. 1990. № 2.
3. Культура России. Литература на портале «Культура России».
4. Толстых А.В. Норма социальная Статья из словаря «Социальная психология».

## СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ БАНКОВ В ВЯТСКОЙ ГУБЕРНИИ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА

*Андреева Е.А.*

доцент кафедры истории художественной культуры, канд. искусствовед.,  
Московский государственный педагогический университет,  
Россия, г. Москва

В статье рассматриваются здания трех банков, построенных в Вятской губернии в начале XX века. Анализируются их композиционные и стилевые особенности. Выявляются архитектурные прототипы, послужившие источником вдохновения для местных архитекторов.

*Ключевые слова:* банк, неоклассика, ретроспективное направление, типология, архитектура, мотив.

Экономическое развитие России в период капитализма потребовало разработку новых типов архитектурных сооружений, среди которых наиболее значительными являлись учреждения финансово-кредитной сферы. Этот новый для России вид сооружений первоначально сформировался в столичной строительной практике в конце 19 в. В городах русской провинции зачастую банковские здания сооружались по проектам известных петербургских зодчих, что определяло высокий уровень проектирования этих сооружений. Например, в начале 20 века в Пензе Земельный банк был выстроен по проекту А.И. фон Гогена, в Нижнем Новгороде – В.А.Покровского, в Киеве – Ф. И. Лидваля. Как правило, они возводились на центральных улицах и являлись значительными архитектурными доминантами в панораме города. В губернской Вятке в 1910-х годах по проектам И.А.Чарушина на одной из основных дореволюционных магистралей города – Спасской улице были построены здания двух банков. Выпускник Императорской Академии художеств, губернский архитектор И.А.Чарушин уже давно завоевал известность своими постройками и потому вполне естественно, что Русский для внешней торговли банк обратился к нему с заказом на проект своего отделения в Вятке (1911). В создании его облика решающую роль сыграли впечатления Чарушина от московской ампириной архитектуры, хорошо им изученной и любимой за время работы главным помощником у А.Н. Померанцева при строительстве Верхних торговых рядов (ГУМ). Выбор неоклассического стиля был продиктован расположением здания в историческом центре Вятки, по соседству с памятниками классицизма 19 века.

Обратившись к мотивам классической архитектуры, зодчий выступает как подлинный мастер этого направления. Чарушин использует приемы архитектуры Д.Жильярди. Вероятно, ему особенно импонировал центральный корпус дома Луниных в Москве на Никитском бульваре, с его предельно простой композицией и в то же самое время подчеркнутой торжественностью и импозантностью образа. Именно эти черты отвечали назначению банковских зданий. К тому же мягкая живописность Жильярди была более близка

провинциальному классицизму. И потому архитектор интерпретирует классику по мотивам, свойственным архитектурной школе «послепожарной» Москвы. В частности, в проекте Русского для внешней торговли банка Чарушин использует в композиции греко-ионический ордер, столь излюбленный московскими зодчими. Большие полукруглые окна с кессонированным поясом; фигурный фронтон, даже классицистический антаблемент, так хорошо знакомый по академическим работам, он прорисовывает в московском варианте: с увеличенным фризом, покрытым ленточным орнаментом, с сильным выносом венчающей части. Изначально двухэтажное здание Банка внешней торговли было невелико. Главный фасад имел всего пять осей. Впоследствии архитектор расширил это здание, которое и ныне является областным государственным банком. Первоначальное здание превратилось в центральный ризалит, но, несмотря на надстройку третьего этажа, оно почти полностью сохранило свою стилистическую характеристику. Лишь старая фотография 1912 года дает возможность судить о фасаде, который впоследствии был изменен. Четыре колонны ионического ордера образуют неглубокую лоджию, над которой во фризе, опять-таки по московской традиции, находилась надпись «Русский для внешней торговли банк». Три большие прямоугольные окна заключены между широкими простенками, отмеченными колоннами. Поле стены над ними архитектор членит полуциркульными архивольтами с замковыми камнями, украшенными маскаронами, в эти полуциркульные завершения введен мотив веерного орнамента. Оформление центральных окон отвечает конфигурации двух боковых окон второго этажа, которые опять-таки по-московски, охвачены широкой заглубленной полосой, имеющей кессоны, идущие по завершающему полуциркулю. Эти окна являются основным акцентом на плоскости боковых ризалитов, во фризе которых помещен богатый орнаментальный растительный мотив. Вся эта композиция устойчиво расположена на высоком цоколе, прорезанном прямоугольными дверными и оконными проемами. Их перемычки составлены из тяжеловесных рустованных камней с сильно выступающими замковыми камнями.

Проектных планов в архивах не сохранилось. Из «Свода памятников» известно: «Памятник имеет явно выраженную планировочную структуру. Сюда входят: центральная вестибюльная часть с междуэтажной лестницей и две симметрично расположенные боковые части, где помещаются операционные залы и другие служебные помещения. В художественном отношении наибольший интерес представляют интерьеры операционных залов, оформленные с использованием архитектурных элементов и мотивов классицизма» [1].

При расширении здания в 1937-м г. Чарушин вводит в средней части третьего этажа непрерывную аркаду окон и повторяет классический уступчатый аттик с рельефом государственного герба на фоне развитой орнаментальной композиции. Пристроенные боковые части фасада повторяют мотив центра, но в несколько измененном виде, так, например, колонны заменены пилястрами. Несмотря на стилистическую близость архитектуре классицизма, банк – памятник архитектуры начала 20-го века, его архитектурные фор-

мы творчески осмыслены, переработаны, он имеет иную структуру плана, отвечающую функции банка.

На той же центральной улице города Чарушин строит в 1913 году и другое сооружение финансовой деятельности – здание «Вятского общественного Федора Веретенникова банка», проект которого был выполнен в 1912 г. [2].

Годом раньше городская дума приняла решение построить в Вятке новое здание банка Ф.Веретенникова. С этой целью был устроен специальный местный конкурс, на который поступило несколько проектов. Замысел Чарушина признали лучшим, по его проекту велось строительство. Здание второго банка на Спасской улице тоже выдержано в формах репрезентативной классики, но в значительной степени модифицированной и использующей мотивы стиля «неогрек». Выбранный прототип не случаен. Архитектурный образ символизирует незыблемость капиталов его владельца. Центральный портик состоит из шести пилонов, охватывающих два этажа и в верхней части имеющих каннелюры. Базы и капители как таковые отсутствуют, но архитектор вводит элементы, которые их заменяют. Мощный антаблемент с модульонами протянут по верху всего фасада. Центр отмечен высоким аттиком с полуциркульными окнами. По углам скатов большие акротерии. Первый этаж был отведен под магазины с остекленными окнами-витринами. Второй занимал собственно банк. Прямоугольные окна в верхней части имеют перекрещивающиеся горбыльки, которые придают им характер стиля «неогрек». Этому же способствует размещение балюстрады под окнами и крупный орнамент меандра над ними.

В ретроспективном направлении с использованием мотивов классики построено в 1909 г здание государственного банка в уездном городе Сарапуле, который успешно развивался в те годы как торговый и промышленный центр Вятской губернии. Двухэтажное каменное, эффектно поставленное на холме, оно, безусловно, является одним из лучших в городе. К сожалению, автор проекта не известен, но, несомненно, здание спроектировано опытным и умелым зодчим. Об этом свидетельствуют удачно примененные двухпилястровые портики, обрамляющие окна второго этажа, «разорванная» рустовка полуциркульных окон, введение в композицию «срезанного» угла. Здание оформлено в традициях классицизма: главный фасад имеет ярко выраженную симметрию. Центральную часть, состоящую из ритмично расположенных пяти окон, чередующихся с пилястрами, с двух сторон обрамляют портики ионического ордера первого этажа. Над ними на втором этаже разместились балконы, огражденные балюстрадой. На просторные балконы выходят окна-проемы, фланкируемые полуколоннами дорического ордера. Мотивы классики умело применяются и в виде треугольных фронтонов, завершающих слабовыступающие боковые ризалиты, хорошо разработанного антаблемента дорического ордера, применения руста. В планировочном решении банковского здания центральное место занимал операционный зал, расположенный на первом этаже. На втором – просторный и хорошо освещенный кассовый зал, вокруг которого группировались помещения. На цен-

тральном фасаде залы были раскрыты большими окнами арочной формы. Ансамбль интерьеров отличает богатство пластической отделки, решенной также в неоклассической стилистике.

Элегантные и монументальные здания банков, возведенные по проектам местных архитекторов, значительно расширили типологию сооружений городов Вятской губернии. При их проектировании архитекторы обращались к использованию классических традиций. Это было обусловлено как назначением крупных общественных сооружений, требующих подчеркнута репрезентативного оформления, так и всеобщим распространением идей ретроспективной архитектуры, создателями и пропагандистами которой были петербургские зодчие И.А.Фомин, В.А.Щуко. Строительство банковских зданий являлось характерной чертой не только столичной, но и провинциальной архитектуры начала XX века и отражало ее художественные тенденции тех лет. Архитектурно-художественные композиции банковских зданий отличались новационными для тех лет планировочными решениями, связанными с их функциональным назначением, а также выразительностью объема и силуэта, построенного с использованием мотивов классики. Это придавало банковским зданиям торжественный и представительный облик, ассоциативно отражающий в фасадах финансовую устойчивость и надежность их владельцев.

#### **Список литературы**

1. Памятники культуры и истории г. Кирова. Справочник – Горький. 1986.С. 148.
2. Проект банка Веретенникова в г. Вятке // Государственный архив Кировской области. Ф.583. Д.139 (1912 г.).

## **ГЛАДИАТОРСКИЕ БОИ В РЕСПУБЛИКАНСКОМ РИМЕ: ОТ РИТУАЛА К ЗРЕЛИЩУ**

*Давыдов А.А.*

ст. преподаватель кафедры социально-гуманитарных наук, канд. культурологии,  
Нижегородская государственная медицинская академия,  
Россия, г. Нижний Новгород

В статье рассматриваются основные вехи в развитии гладиаторских боев в Риме периода Республики. Особое внимание уделяется эволюции зрелищных смыслов гладиаторы от сугубо сакральных к преимущественно профанным. Констатируется возрастающая политизированность поединков гладиаторов в указанный исторический период.

*Ключевые слова:* гладиаторские бои, зрелище, ритуал, игры.

Первые зафиксированные в источниках бои воинов на арене в Риме состоялись в 264 г. до н.э.: их давали Марк и Децим Бруты в память о своем покойном отце [см.: 2, XVI]. В дальнейшем подобные прецеденты стали довольно частыми, число участников состязаний постепенно увеличивалось, а география их проведения расширялась. В целом, на протяжении второй половины III и почти всего II в. до н.э. они устраивались в Риме и за его преде-

лами исключительно на погребальных празднествах в честь умерших предков. Организация поединков была абсолютно частным делом, и государство до определенного времени не вмешивалось в этот процесс. Симптоматичен смысл термина *munus*, употреблявшегося тогда по отношению к гладиаторским боям, – обязательство, долг живых перед мертвыми [1, с. 441-442]. Надо подчеркнуть, схватки гладиаторов не являлись в то время частью римских государственных праздников. Отсутствуют и какие-либо свидетельства, указывающие на использование их в политических интересах.

Постепенно, с ростом частоты проведения поединков и их масштабов, увеличивалась популярность боев. Первоначально сражения гладиаторов не входили, в отличие от театральных представлений и состязаний колесниц, в программу так называемых *ludi*, то есть публичных игр, организуемых государственными чиновниками. Однако со временем богатые граждане стали заранее оговаривать в завещаниях обязательное устройство таких зрелищ после своей смерти или смерти близких. Так, Юлий Цезарь устроил гладиаторские бои в память об умершей дочери Юлии [см.: 5, Юлий Цезарь. 55]. Желания умерших иногда были крайне странными. К примеру, одно завещательное распоряжение предписывало проведение поединка между двумя женщинами при погребении наследодателя [9, с. 18].

Проведение таких поминальных игр преследовало несколько целей. Во-первых, согласно тогдашним представлениям, завещание покойного должно было выполняться вплоть до мельчайших деталей, чтобы его душа могла спокойно перейти в царство мертвых. В противном случае существовала опасность кары, которая могла обрушиться на потомков, не выполнивших свой священный долг. Во-вторых, зрелищным способом можно было убедительно продемонстрировать обществу знатность умершего и его семьи. Граждане, не скупившиеся на похороны, могли рассчитывать на определенную благосклонность к себе в народной среде.

Упрочившийся в Риме обычай кровопролитных боев не мог рано или поздно не привлечь к себе внимание государства и особенно власть предержащих, поскольку становилась очевидной их значительная популярность в народной среде, превосходившая популярность даже театральных представлений [см. 8, Свекр. Второй пролог].

Вероятно, первым официальным лицом, использовавшим *munus* в политических целях, был Гай Гракх в 122 г. до н.э., разрешивший бесплатный для бедняков просмотр гладиаторских боев [см.: 5, Гай Гракх. 122]. Истинные мотивы этих действий народного трибуна определить сложно, но думается, что желание завоевать популярность в народной среде было среди них не последним.

Важным рубежом в эволюции публичных сражений на арене принято считать 105 г. до н.э., послуживший своего рода отправной точкой трансформации погребального ритуала в публичное развлечение, организуемое государственными лицами. Консулы Публий Рутилий Руф и Гней Маллий Максим обязали гладиаторов из школы Гая Аврелия Скавра провести бои для напоминания гражданам о древних добродетелях в перспективе подготовки к

возможному военному столкновению с германцами [2, LXVII]. Так поединки впервые получили признание представителей власти, главным образом в качестве элемента военной подготовки. Кроме того, консулы впервые официально устроили бои как магистраты, то есть как государственные служащие, и вдобавок независимо от религиозного обычая.

В период поздней Республики устройство кровавых зрелищ стало по преимуществу делом сановных лиц, прежде всего консулов и эдилов [см.: 5, Сулла. 5]. Организация этих увеселений превратилась в важную часть предвыборной кампании претендентов на государственные должности. «Кандидаты на консульское звание стали соперничать друг с другом размером издержанных на игры сумм... Великолепие этих игр мало-помалу сделалось мерилом, с помощью которого избиратели определяли годность кандидатов» [3, с. 767]. В данной ситуации речь фактически шла о почти очевидном подкупе электората. «Цезарь устраивал зрелища и травли зверей, далеко выходя за рамки своего состояния... За это Цезарю дали в управление Цизальпинскую и Трансальпинскую Галлии на 5 лет» [1, II. 13]. Имелись и обратные примеры: «Сулла... выступил пред народом в качестве кандидата на должность городского претора, но потерпел неудачу. Виною этого он сам считает чернь: она ждала от него устройства великолепных зрелищ» [см.: 5, Сулла. 5].

Неудивительно, что в 63 г. до н.э. по инициативе Марка Туллия Цицерона был принят Туллиев закон о домогательстве, согласно которому всем будущим магистратам в течение двух лет перед соисканием должности запрещалось организовывать гладиаторские бои, за исключением тех случаев, когда их обязывало к этому чье-либо завещание [см.: 10, LXIV. 133]. Цели данного нововведения очевидны: во-первых, упорядочивание процесса организации зрелищ и, во-вторых, ослабление позиций частных лиц в устройстве подобных мероприятий. Впрочем, на уже избранных чиновников указанный закон не распространялся. Кроме того, закон мог быть обойдён при помощи немудрёных ухищрений. Ведь никто не мог запретить частному лицу устроить игры под предлогом поминок по своему родственнику, включившему того в завещание. Лица, на чьи деньги, сооружались амфитеатры, необходимые для проведения поединков и наблюдения за ними, тоже повышали свой авторитет и популярность в народе. На этой стезе славы в веках достиг некто Гай Скрибоний Курион, по приказу которого в 53 г. до н.э. был возведен первый деревянный амфитеатр в Риме [см.: 4, XXXVI. XXIV]. Приведённые факты свидетельствуют о наличии значительного интереса государственных чиновников к любимому в народе зрелищу, из которого извлекались политические дивиденды.

Значительный шаг к огосударствлению гладиаторских боев был сделан после смерти Юлия Цезаря: в качестве его ежегодного поминовения сенат распорядился посвящать в Риме и других городах Италии один день в году кровавым поединкам [см.: 9, с. 52]. Тем самым к концу республиканского периода они стали проводиться централизованно и в определенные сроки.

На излете существования Республики и в императорский период гладиаторы временами превращались в существенный фактор внутренней полити-

ки: не только как средство воздействия на массы через организацию зрелищ, но и как обычная вооруженная сила, которую использовали в нестабильной ситуации на городских улицах в качестве охраны. В период гражданских войн многие богатые и знатные граждане формировали личную охрану из числа гладиаторов. В 63 г. до н.э., когда готовивший мятеж и вербовавший сторонников Луций Сергий Катилина стал представлять прямую угрозу республиканской власти, сенат принял специальное решение о размещении гладиаторских отрядов Рима в Капуе и других городах [см.: 6, 30.7]. Сами бойцы в этот смутный период, видимо, были не прочь выступить на стороне той политической группировки, которая предлагала им большую цену за услуги.

Примерно в то же время группы гладиаторов в отдельных случаях стали включаться в регулярные воинские подразделения. Первый подобный эпизод отмечен в 43 г. до н.э.: немало гладиаторов вошло в состав сторонника сената Децима Брута на севере Италии [см.: 1, III. 49].

Таким образом, в республиканском Риме показательные кровавые бои трансформировались из элемента погребальных игр в официальное государственное зрелище. Оно, однако, чаще использовалось не для поддержки в реализации высоких общегосударственных целей, а в корыстных интересах отдельных политиков и политических группировок. Естественно, это профанировало некогда глубокие, сакральные смыслы, лежавшие в основании культовых поединков.

#### Список литературы

1. Аппиан. Римские войны. СПб.: Алетейя, 1994. 784 с.
2. Ливий Тит. История Рима от основания города в 3 т. М.: Ладомир, 2002.
3. Моммзен Т. История Рима в 5 т. М., 1936.
4. Плиний Старший. Естествознание. Об искусстве. М.: Ладомир, 1994. 941 с.
5. Плутарх. Сравнительные жизнеописания в 2 т. М.: Наука, 1994.
6. Саллюстий. Сочинения. М.: Наука, 1981. 222 с.
7. Светоний. Жизнь двенадцати цезарей. М.: Наука, 1990. 255 с.
8. Теренций. Комедии. М.: Художественная литература, 1988. 480 с.
9. Хефлинг Г. Римляне, рабы, гладиаторы: СВпартак у ворот Рима. М.: Мысль, 1992. 270 с.
10. Цицерон. Речи в 2 т. М.: АН СССР, 1962.
11. Шанин Ю.В. Институт гладиаторства в социальной оценке Сенеки // Сборник научных трудов «STEFANOS». М., 2005. С. 440-446.

## О СИНКРЕТИЧНОСТИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ И НРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ

*Доброштан В.М.*

заведующий кафедрой общественных наук, д-р культурологии, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологий и дизайна, Россия, г. Санкт-Петербург

В статье проводится анализ важной в методологическом плане проблемы взаимосвязи этики и эстетики. Актуальность рассматриваемого вопроса обусловлена тем, что в мире нет человека, выключенного из нравственных и эстетических отношений. Нрав-



ственные и эстетические ценности выступают важнейшим ориентиром мировоззренческих ориентаций личности.

*Ключевые слова:* нравственность, эстетика, мировоззрение, духовность, высшие ценности, духовная культура, художественное творчество.

Мы можем утверждать, что уровень развития любого общества определяется степенью реализации ряда базовых ценностей в жизни человека. Но в некоторых из сфер жизнедеятельности существует предел проникновения в них высших духовных ценностей – в экономике, политике, праве и т. д. И только в нравственности и искусстве как сферах собственно духовной культуры ценности могут быть воплощены практически безгранично. Люди могут быть индифферентными в политическом, религиозном, правовом отношении, но *нет человека, исключенного из моральных и эстетических отношений*, так как они определяют взаимоотношения людей в их повседневном бытии. Вот почему проблема взаимосвязи нравственных и эстетических ценностей продолжает оставаться актуальной.

Изучение процесса развития духовной культуры показывает, что первоначально этическое и эстетическое существовали в синкретичном виде. Обособление нравственного и эстетического происходило в течение длительного времени и реализовывалось в процессе разделения труда. В Средневековье нравственные и эстетические ценности выступали в единстве как проявление единосущего бога. Эстетическое сводится к религиозно-этическому. В эпоху Возрождения мыслители также подчеркивали взаимосвязь нравственных и эстетических ценностей. Неразрывную связь нравственных и эстетических ценностей утверждают и философы Нового времени. Так, И. Кант пишет, что в искусстве идеал человека «состоит в выражении нравственного» и что «прекрасное есть символ нравственно доброго» [1, с. 375].

Проблема взаимосвязи нравственных и эстетических ценностей находится в зоне особого внимания современных отечественных философов. Имеются некоторые публикации, в которых, однако, излагаются только начальные подходы к решению данной проблемы. Безусловно, для того, чтобы решить проблему взаимосвязи нравственных и эстетических ценностей, необходимо определить специфику каждой из них.

***Нравственные ценности*** в своем действительном содержании могут быть поняты и теоретически выражены как межсубъектные положительно значимые нравственные отношения и отражение этих отношений в сознании людей. Нравственные ценности выступают и как аспект объективной деятельности человека, и как определенные формы его сознания. Только через понимание нравственных отношений, объективно складывающихся в обществе, можно выявить содержание нравственных ценностей.

Нравственные отношения не являются самостоятельными общественными отношениями со своей четко обозначенной предметной областью. Они представляют собой гуманистический аспект всех общественных отношений и органически вплетены в экономические, политические, правовые и все

иные, в том числе эстетические отношения между людьми. Поэтому сфера нравственных ценностей и оценок является практически безграничной и охватывает весь спектр общественных действий человека. Нравственные ценности возникают и реализуются на основе определенных потребностей деятельного субъекта. *Нравственная потребность* может быть определена как необходимость субъекта в другом субъекте, как необходимость определенного характера взаимодействия субъектов. Эта необходимость обусловлена спецификой человека как родового общественного существа.

Нравственная потребность выражает нужду человека вступить в общественные отношения для того, чтобы «стать» и «быть» человеком. Отношения, в которые вступают люди между собой, являются источником их собственного формирования и развития. Нравственная потребность рождается в процессе взаимодействия субъектов, в котором она становится выражением объективной необходимости одного субъекта в другом как условия их жизни и деятельности. Потребность относиться к другим как к самому себе, возвышать себя через возвышение других составляет основу нравственности. *Одна из главных норм нравственности* формулирует эту потребность следующим образом: *поступай по отношению к другим так, как ты хотел бы, чтобы они поступали по отношению к тебе.*

Нравственность представляет собой, таким образом, личностное заинтересованное и ценностное отношение к жизни. Она оценивает мир с точки зрения его гуманистического потенциала – того, в какой мере он способствует благу и *всестороннему развитию людей* и насколько он направлен на *сохранение природы*, как единственного и главного условия существования человека. Нравственная оценка действительности ставит человека в активное, деятельное отношение к ней. Особая роль нравственной оценки состоит также в том, что она вписывает эту деятельность в контекст общегуманистических представлений и связывает конкретные поступки с общими понятиями добра, справедливости, человечности.

Нравственные ценности выражают человеческое измерение, как самого человека, так и общественных отношений. *Всесторонняя общность людей*, основанная на необходимости обмена их сущностных сил и всеобщем сотрудничестве, порождает *универсальный характер нравственных ценностей.*

Только в марксистской литературе утверждение о существовании нравственных универсальных ценностей расценивается как выражение морального абсолютизма, как внеисторический подход к морали. Но для того, чтобы признать содержательную инвариантную специфику морали вообще, нет надобности обособлять ее от действительной истории. Это связано с тем, что абстрактно-нормативное содержание морали всегда воплощено в исторически-конкретных формах. Абстрактно-всеобщее содержание нравственных ценностей есть выражение всеобщего содержания межсубъектных отношений. «Всемирный смысл жизни, или внутренняя связь отдельных единиц с великим целым, не может быть выдумана нами, она дана от века» [2, с. 89], – пишет В. С. Соловьев. *Универсальность нравственных ценностей* проявляется и в том, что они являются стороной всех других ценностей в силу своей

специфики. В иерархии ценностей нравственные ценности занимают высший уровень и таким образом они проникают во все низшие ценности и их обуславливают.

Нравственные ценности не имеют утилитарного характера. Бытие одного индивида обусловлено бытием других, в других заключены цель и смысл его жизни (отношение любви), потому он заботится о них (отношение долга) и делает это независимо от их качества и заслуг (отношение бескорыстия).

Вместе с тем, нравственные ценности имеют безусловный характер. «Добро само по себе ничем не обусловлено, оно все собою обуславливает, – пишет В. С. Соловьев, – и через все осуществляется. То, что оно ничем не обусловлено, составляет его чистоту; то, что оно, все собою обуславливает, есть его полнота, а что оно через все осуществляется, есть его сила, или действительность» [2, с. 96-97].

В истории философии и этики есть попытки обоснования нравственных ценностей, через неморальные ценности. Однако они, на наш взгляд, не очень продуктивны, т. к. подменяют нравственные ценности какими-либо другими. В то время как нравственные ценности самоценны и не имеют никаких внешних неморальных оснований. В этом надутилитарном, безусловном характере нравственных ценностей и выражается их духовное качество. Нравственные ценности являются важнейшей стороной духовности. *Автономность нравственных ценностей, максимальная удаленность и самостоятельность по отношению к материальной сфере составляет основу духовности.* Поэтому одним из важнейших критериев духовности является сама моральность, которая проявляется в гуманизме.

Важно отметить, что на основе нравственных ценностей не только регулируются отношения между людьми – они являются, как единство сущего и должного, средства и цели, нормы и идеала, важнейшими духовными ориентирами, которые способствуют духовному совершенствованию личности, развитию ее духовной культуры. Нравственные ценности помогают самоутверждению личности, становлению и развитию ее подлинной сущности.

Переходя к рассмотрению *специфики эстетических ценностей*, необходимо определить *сущность эстетического*. А. Ф. Лосев определяет это понятие следующим образом: «Это непосредственно данная или внешне чувственная выразительность внутренней жизни предмета, которое запечатлевает в себе двусторонний процесс „опредмечивания“ общественной человеческой сущности и „очеловечивания“ природы, и которое воспринимается как самостоятельная, бескорыстно созерцаемая жизненная ценность» [4, с. 575].носителем эстетического выступает форма явления, ставшего носителем ценности, т. е. социально значимым посредником реальных межсубъектных отношений.

*Эстетическое отношение* является стороной любого социального отношения и формируется на основе эстетических потребностей человека. Последние являются выражением объективно существующих несоответствий, противоречий между человеком и окружающим миром и стремления устра-

нить их, а также преодолеть ограниченность повседневных отношений человека к действительности.

Следует отметить, что генетической основой эстетической потребности является, прежде всего, *потребность общения*, которая есть проявление духовной сущности человека. Поэтому глубочайший общественный смысл потребности общения заключается в том, что в актах общения осуществляется переход человека как носителя индивидуальной субъективности в человека как носителя родовой общественной сущности.

*Объективной основой эстетических ценностей являются такие свойства материального мира, как мера, симметрия, гармония, целостность, совершенство, целесообразность.* Но сами по себе эти свойства не являются эстетическими. Эстетические явления возникают из соприкосновения человеческого субъекта (его сознания) с объективной реальностью (действительностью). Эстетически ни один объект не существует вне субъекта, вне отношения к человеку. Эстетическое отношение выступает как форма и результат общественной деятельности. В процессе межсубъектных отношений формируются эстетические чувства, значения, оценки, вкусы, нормы и идеалы.

*Специфика эстетических отношений* проявляется в том, что в них межсубъектные отношения непосредственно реализуются через идеалы совершенства, гармонии и красоты. Здесь общественные отношения выступают в форме личностных и проявляются во всех видах и способах жизнедеятельности индивидов как результат освоения каждым из них полноты общественного бытия. Реальное проявление этого отношения сопровождается теми или иными чувствами и эмоциями.

Красота – это наше человеческое переживание, возникающее при столкновении сознания с теми или иными фактами и явлениями действительности. Эстетическое переживание – это сложное сочетание эмоций. Смех и слезы, любовь и ненависть, симпатия и отвращение, счастье и горе, печаль и радость – все эти эмоции в каждом отдельном эстетическом переживании у каждого человека сочетаются своеобразно, дополняя и уравнивая друг друга.

*Эстетические ценности, как и ценности нравственные, носят неутилитарный характер.* И хотя эстетическое отношение по самой своей природе менее всего допускает отрыв от общественной практики, оно есть самое неутилитарное, т. к. наиболее удалено от непосредственных материальных потребностей и олицетворяет собой один из наивысших уровней духовного освоения человеком действительности. В. С. Соловьев пишет, что и самые «прекрасные предметы бывают совершенно бесполезны в смысле удовлетворения житейских нужд и что, наоборот, вещи наиболее полезные бывают все некрасивы...» [3, с. 354].

Эстетические ценности являются важнейшей стороной духовности, которая заключается в содержании непосредственных межсубъектных отношений. *Духовное*, как вид идеального, отражает наиболее значимые типы межсубъектных отношений. А *духовность* означает переживаемую и осознаваемую

мую причастность к человеческой общности, приобщение к родовой сущности человека.

Эстетические ценности, как духовные ценности, принадлежат к высшим и наиболее «чистым» ценностям человеческого бытия. Эстетическое выражает высшую степень ценности, одухотворенности, как самого человека, так и очеловеченности природных и социальных явлений. Прекрасное позволяет обнаруживать и воспринимать идеальное в опредмеченном виде.

В эстетических ценностях воплощается органическое единство материальных и духовных начал. Поэтому эстетическим ценностям принадлежит особая роль в формировании духовной культуры личности. Развитый эстетический вкус личности формируют всю систему ценностей, строят ценностное сознание «по законам красоты». Это эстетическое «освоение» как самого человека, так и окружающего его мира, имеет творческий характер. Творчество по природе своей эстетично потому, что устремлено к достижению совершенного результата и основано на эстетических чувствах.

Таким образом, особенность взаимосвязи нравственных и эстетических ценностей заключается в том, что они в реальном проявлении не существуют друг без друга, но вместе с тем являются независимыми, автономными и самоценными. Они образуют такие *эмоционально-чувственные состояния*, которые нельзя отнести к чисто нравственным или к чисто эстетическим. Эта взаимосвязь базируется на единстве эмоционально-чувственной сферы личности. Сопереживание присуще и нравственному, и эстетическому отношению. Чувственная деятельность находит свое завершение в эстетическом освоении мира человеком. *Высшая форма ценностной эмоции – катарсис*, просветление чувств. Эмоциональное потрясение, вызываемое у человека посредством искусства; эмоциональное воздействие религиозных обрядов на верующих; снятие длительного напряжения, вызываемого переживаниями за судьбу близкого человека – все это способствует катарсису, приводит к очищению и просветлению чувств.

Следовательно, взаимосвязь нравственных и эстетических ценностей в структуре духовной культуры личности носит необходимый характер как выражение единства, целостности и гармонии эмоционально-чувственной сферы.

На уровне рационального сознания взаимосвязь этического и эстетического основывается на единстве критериев совершенства. Таким критерием является представление о нравственном и эстетическом идеалах. Можно сказать, что *в нравственном идеале присутствует эстетический аспект, в эстетическом идеале – нравственный аспект*, их объединяет представление о совершенстве как абсолютной мере. Добру, например, присуща красота как момент, как один из атрибутов. Прекрасное не только то, что соразмерно, гармонично, но и то, что гуманно, справедливо, способно дарить счастье человеку. И без этого оно будет формальным, неполным, либо вообще не будет прекрасным. Поэтому взаимосвязь нравственного и эстетического является непрерывной, она значима для каждого из названных компонентов.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что нравственные и эстетические ценности в целом находятся в гармоничном единстве, обуславливая тем самым целостность и гармоничное единство всей системы ценностей. Гармоничное единство нравственных и эстетических ценностей основано на общности их идеальной духовной сущности, а различие – на чувственно-предметной форме существования эстетических ценностей. Это различие порождает и неодинаковое соотношение рационального и эмоционального в данных ценностных отношениях. Рациональный момент, безусловно, преобладает над эмоциональным в сфере этических оценок. Это видно уже из того, что человек всегда может обосновать веление своей совести, логически подводя данную ситуацию под общее правило («так нужно» или «так нельзя»). Эстетическое же суждение сохраняет свойственное этическому единство рационального и эмоционального, но принципиально меняет соотношение этих компонентов – эстетическое переживание не поддается логическому объяснению.

Исходя из различия между нравственными и эстетическими ценностями, можно говорить о более устойчивых общих представлениях о нравственных ценностях, которые существуют в обществе и у конкретной личности, и о наличии менее общих представлений об эстетических ценностях. В этом случае говорят, что «о вкусах не спорят». В сфере эстетических ценностей степень свободы индивидуального мироощущения и самовыражения гораздо выше, чем в сфере нравственных ценностей, несмотря на то, что они основаны на автономии. Духовная сущность их есть выражение общественных отношений. Поэтому *в сфере нравственных ценностей находит выражение, в основном, социально значимое, а в сфере эстетических ценностей – еще и индивидуальное творческое начало.* Из этого, однако, не следует, что в сфере нравственных ценностей нет творчества. Наоборот, наиболее адекватное воплощение получает творчество именно в эстетической сфере, и не случайно в ней формируется и выделяется отдельная область – художественное творчество.

Выражая родовую сущность человека, *нравственные и эстетические ценности находятся в гармоничном единстве*, как универсальные, надутилитарные, общезначимые основания межсубъектных отношений. Нравственные и эстетические ценности взаимодополняют друг друга и пронизывают все другие ценности. Разумеется, что для каждой личности, социальной группы отношение к нравственным и эстетическим ценностям будет различным (как, впрочем, и к другим ценностям). Это определяется, в немалой степени, традициями, обычаями, воспитанием, образованием, полученными личностью в процессе её становления и развития.

#### Список литературы

1. Кант, И. Критика способности суждения / И. Кант. Сочинения: в 6 т. Т. 5. – М., Мысль, 1966. 564 с.
2. Соловьев, В. С. Оправдание добра. Нравственная философия / В. С. Соловьев. Сочинения: в 2 т. Т. 1. – М., Мысль, 1988. 397 с.
3. Соловьев, В. С. Красота и природа / В. С. Соловьев. Сочинения в 2 т. Т. 1. – М., Мысль, 1988. 397 с.
4. Философская энциклопедия. – М., Советская энциклопедия, 1970. Т. 5. 742 с.

## РЕЛИГИЯ ДРЕВНИХ СЛАВЯН: ОСОБЕННОСТИ, ТРАДИЦИИ И ОБЫЧАИ

*Долгушина Л.А.*

студентка 2 курса факультет иностранных языков,  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Россия, г. Елец

Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Логвиненко С.В.

В работе акцентировано внимание на особенностях, традициях и обычаях религии древних славян, позволяющих понять современную русскую культуру. Пройдя через все временные испытания, видоизменяясь, религия наших предков прижилась в сознании современных людей, играя при этом большую роль в жизни общества и страны в целом.

*Ключевые понятия:* религия, первобытные верования, культ.

Многие исследователи обращались к теме изучения славянской религии, в частности Г.А. Глинка [«Религия древних славян», Митава 1804], Седов В.В. [Восточные славяне в VI-XIII вв. М.: Наука, 1982], Пропп В. Я. [Русские аграрные праздники: (Опыт историко-этнографического исследования); С-Пб Издательство «Азбука», издательский центр Терра 1995 год] и др. К тому времени, как произошло зарождение государства, древние славяне уже обладали определенной системой верований; имелись определенные обычаи и ритуалы. Григорий Андреевич Глинка пишет: «Их вера [славян], из многих языческих /не говорю всех/ есть чистейшая. Ибо их боги суть естественные действия, благотворением своим имеющие на человека влияние, и служащие к страху и казни беззакония, равномерно как природные свойства и совершенства обоженные» [1].

Славяне производили свое поклонения на открытых площадках, названных капище. Это была определенная площадь, обычно напоминающая круг, расположенная за алтарем. На ней устанавливались статуи, которым поклонялись, а в центре находился главный идол. Территория для поклонения обычно выбиралась открытого типа, например, поляна в лесу или же вблизи от могильников. Сам же лес представлял собой своеобразный храм.

Как считает В. В. Седов, «вождь (князь) у древних славян совмещал в себе административные, военные и религиозные функции, что является характерным признаком периода военной демократии» [3]. Примером тому может служить князь Олег Вещий, которому приписывали сверхъестественные способности.

Одним из наиболее важных культов древних славян считался культ предков. Древние славяне верили, что после смерти души умерших отправляются в загробный мир, а также, что они могут влиять на жизнь своих близких и других людей.

Славяне неразрывно связывали свою жизнь с силами природы. Например, День весеннего равноденствия, когда происходило поклонение солнцу. Люди сжигали чучело, олицетворявшее зиму, ели блины и устраивали различные празднества с танцами и гуляниями.

Нужно отметить, что большая доля славянских праздников была связана с культом предков. Древние славяне верили, что после смерти души умерших отправляются в загробный мир и могут влиять на жизнь других людей. Поэтому неудивительно, что в настоящее время сохранились некоторые пережитки язычества, например, посещение кладбища в Родительскую субботу или топка бани для духов предков во время Великого Четверга.

Советский филолог-фольклорист В.Я. Пропп в своей монографии «Русские аграрные праздники», высказывает предположение, что «поминальные праздники из года в год совершались в одни и те же сроки, другие же праздновались в разные дни. Первые определялись поворотными днями солнечного календаря. Сроки других определялись астрономически, но они связаны не с днями солнцеворотов и равноденствий, а с вычислением дня Пасхи» [2].

Славяне верили, что «живые существа» (духи предков, родичей) влияют положительно и отрицательно на благополучие и спокойствие в мире. Язычество переходит на новую стадию развития – стадию полидемонизма, когда существует убежденность, что некогда живые существа после своей смерти покидают телесную оболочку и начинают существовать в виде духов и населять окружающий мир (речка, лес, дом и т. д.). Водное пространство было населено русалками – прекрасными девушками с рыбьими хвостами. По одним поверьям, весной они начинают выходить из рек и зазывать прохожих, чтобы зацеловать их до смерти и утянуть на дно. По другим представлениям, русалки были душами умерших детей и женщин. Другим представителем водной стихии считался водяной – хозяин рек и озер. Он представлялся славянам в образе старичка, покрытого тиной. Отличался проказничеством и мстительностью (порча чужого имущества, а порой и покушение на жизнь человека).

В полях и лугах обитают полевики – духи полей и земледелия. Они представлялись в образе козлообразных созданий. Их появление говорит о том, что уже начинает развиваться земледелие.

Дома населяет домовый – дух хозяйства, защитник дома. Если хозяйева ему нравятся, то он начинает заботиться о них, предупреждать, а то и не допускать опасностей. Однако если же хозяйева ему не по душе, то он начинает проказничать, любит щипаться. Представляется в виде маленького старичка, а также существует традиция, что при переезде, нужно задабривать домового хлебом да солью, чтобы он пришел на новое место жилья. Спутником домового считалась кошка, живущая в доме. И сейчас, при переезде в новое жилище, первой в дом пускают кошку, чтобы та «подружилась с домовым».

Обитателем бани считался банник. Это небольшой старичок с довольно длинной бородой. Он не любил, когда люди быстро мылись в бане, мог ошпарить водой, или же упарить до смерти. Люди боялись банника, поэтому в дар ему всегда оставляли ржаной хлеб. По праздникам девушки подходили к бане и ждали обычно прикосновения банника. Если почувствуют мохнатую руку, то жених у них будет обеспеченный, если голую, то бедный, а если влажную, то пьющий.



Лес – обитель лешего, который представляется в образе дряхлого старика. Живет в лесных тущобах. Любит проказничать: пугать народ, а также заводить людей вглубь леса. Считалось, что чтобы найти дорогу обратно, необходимо было вывернуть наизнанку на себе всю одежду.

Мир древних славян, является особенной страницей в нашей истории, так как остатки языческой культуры можно встретить и сейчас. Поэтому, проводя параллель между древностью и настоящим временем, можно с уверенностью сказать, что связь наших предков и человека XXI века не ослабла и будет существовать благодаря отголоскам языческих верований.

#### **Список литературы**

1. Глинка Г.А. Древняя религия славян Митава, 1804 г. Репринтное издание. Саратов, «Надежда», 1993 г. С. 23.
2. Пропп В.Я. Русские аграрные праздники: (Опыт историко-этнографического исследования); С-Пб Издательство «Азбука», издательский центр Терра 1995 год. С. 23-34.
3. Седов В.В. Восточные славяне в VI-XIII вв. М.: Наука, 1982. С. 268.

### **РУССКАЯ КУЛЬТУРА И ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО: К ПРОБЛЕМЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ В СОВРЕМЕННОМ РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕ**

***Крюкова А.А.***

студентка 2 курса института филологии,  
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина,  
Россия, г. Елец,

Научный руководитель – канд. филол. наук, доцент Логвиненко С.В.

Исследуются два совершенно разных мира: реальный и виртуальный. Проводятся параллели между этими мирами, изучая особенности каждого из них. Исследуя проблемы виртуальности, выявляются преимущества и недостатки виртуального пространства. Приоткрывается занавес возможных опасностей в виртуальном мире.

*Ключевые слова:* реальность, виртуальная культура, информационные технологии, виртуальное пространство.

Виртуальное пространство в настоящее время является одной из актуальных тем для рассмотрения, так как оно привлекает молодёжь своей насыщенностью и красотой отображения реальности. Издавна существовала связь между миром природы и человека как ее части. Но с возникновением Интернета, произошло формирование третьего мира – виртуального пространства.

XXI век – век создания и развития персонального компьютера, Интернета, социальных сетей (Facebook, ВКонтакте, Instagram, Socl и т.д.). Это мир красочный, насыщенный, яркий, живописный и... ненастоящий. Всё, что отображает этот мир, есть иллюзия. Р.А. Нуруллин дает следующее определение виртуальности: «Виртуальность – это определённая возможность со-

бытия, которая может при определённых реальных условиях актуализироваться в реальное событие» [1, с. 5].

Каков прогноз развития общества в дальнейшем? Есть кланы, группы и целые миниобщества, которые уже не проводят параллели между реальностью и виртуальностью, для них виртуальный мир и есть реальный. У современной молодёжи увеличивается компьютерная зависимость, виртуальный мир всё больше привлекает молодых людей, ведь там расширяются горизонты времени и возможностей. Виртуальный мир – это мир безграничных фантазий. Вот, как трактует виртуальность И.А. Акчурин: «... это построение некоего параллельного реальной действительности возможного мира с некоторыми особо выделенными особенностями, которые как-то и чем-то заставляют нас переживать – особенно ярко и остро...» [2].

В связи с возникновением компьютерных технологий произошло развитие и освоение новых профессий, таких как системный администратор, программист, редактор сайта, web-дизайнер, рерайтер, оптимизатор, копирайтер. В современном мире происходит мощное внедрение компьютеров в нашу жизнь. Следует задаться вопросом, а что же такое виртуальная культура? Виртуальную культуру можно определить как владение минимальным набором знаний и некий метод общения с использованием сленга. Одной из черт виртуальной культуры является отсутствие жёстких норм написания. Так, например, мы можем наблюдать перифраз: спасибо – спасибо, хорошо – ок, привет – хай, хаюшки. Виртуальный мир уводит от действительности, он яркий, красочный, но ненастоящий. Многие люди пользуются этим и скрывают своё истинное лицо, прячась под вуалью виртуальности: «Яркие, неожиданные ситуации виртуального мира становятся и привлекательнее, и реальнее тусклой повседневности» [3, с. 63].

Интернет переполнен не только чатами, блогами, социальными сетями, форумами, сайтами, но и сектами и кланами. Многие люди играют на чувствах других, они равнодушны к судьбам других людей. Так, в Интернете есть ссылки на группу в социальной сети, которая учит людей, как правильно покончить жизнь самоубийством, а ведь большинство из участников этой группы подростки. Эта информация быстро просочилась в СМИ и вызвала резонанс среди общественного сознания.

Меняется время и люди вместе с ним. Наравне с другими странами мы осваиваем границы невиданного. Появляются новые процессы, которые раньше не были нам известны: клонирование, генетическая инженерия и т.д. Человек вынужден привыкать к тому миру, в котором он существует. Наверное, именно поэтому большинство из нас «живёт» в Интернете, общается с виртуальными друзьями, играет в виртуальные игры. Но, несмотря на то, что изменилась жизнь, появились компьютерные технологии, увеличилась зависимость от социальных сетей, которая с каждым годом всё повышается, нравы русского народа в основе своей остались прежними. Россия сильна почитанием обычаев и традиций, с размахом отмечают великие праздники: Пасха, Рождество, Крещение. Для русского народа характерны такие черты как патриотизм и сплочённость.

Интернет оказывает мощное влияние на человечество. СМИ стали нередко обозначать таким термином, как «четвёртая власть». Виртуальный мир затягивает человека, и выйти порой оказывается невозможным. Сейчас каждый второй пятилетний ребёнок держит не игрушку, а планшет в руках. Таким образом, можно говорить, что мы живем в двух мирах: реальное и виртуальное пространство. Реальное пространство – существующее в действительности, то, что находится вокруг нас (природа, семья, работа, друзья) и виртуальное пространство – наполненное объектами, субъектами или состояниями, которые реально не существуют. Проблема ухода в виртуальный мир от насущных проблем в реальности становится всё более актуальной в XXI веке.

#### Список литературы

1. Нуруллин Р.А. Виртуальность как условие существования реальности. Самара, 2005.
2. Акчурин И.А. Виртуальные миры и человеческое познание / Концепция виртуальных миров и научное познание. СПб, 2000.
3. Демина Л.Д., Ральникова И.А. Психическое здоровье и защитные механизмы личности. Алтай, 2000.

### «ТОККАТИНА – КОЛЛАЖ» ИЗ «ПОЛИФОНИЧЕСКОЙ ТЕТРАДИ» РОДИОНА ЩЕДРИНА: ТРАДИЦИИ И НОВАТОРСТВО

*Пронина А.Ф.*

преподаватель кафедры теоретических дисциплин,  
Белгородский государственный институт искусств и культуры,  
Россия, г. Губкин

Статья содержит краткую характеристику художественной культуры эпохи барокко, материал о необарочных тенденциях в музыке XX века, сведения о происхождении термина «коллаж», о музыкальных цитатах в творчестве А. Пярта, Р. Щедрина, А. Шнитке.

*Ключевые слова:* барокко, И.С. Бах, полифония, инвенция, техника коллажа, П. Пикассо, музыкальная цитата.

В XVI веке гармоничное искусство Возрождения сменилось стилем барокко. Термин «барокко» происходит от итальянского *barocco* и переводится как «странный», «причудливый», «арабеска», «гротеск». Определяя исторические рамки этого периода, музыковед А.И. Демченко в своих научных публикациях уточнил границы эпох: *«с середины XVI века открывались горизонты эпохи Барокко, в связи с чем большинство художественных явлений второй половины этого столетия необходимо передать на ее «баланс»* [1, с. 18]. Таким образом, с середины XVI до середины XVIII века барокко прошло двухсотлетнюю эволюцию.

Раннее барокко включает такие имена: Д. Палестрина, О. Лассо, У. Бёрд, К. Джезуальдо, Я. Свелинк, К. Монтеверди, Д. Фрескобальди, Г. Шютц.

В зрелый период барокко работали: И. Фробергер, Ж.-Б. Люлли, Д. Букстехуде, И. Пахельбель, А. Корелли, Г. Пёрселл, А. Скарлатти, Ф. Куперен.

К позднему барокко относятся: А. Вивальди, Г. Телеман, Ж.-Ф. Рамо, И.С. Бах, Д. Скарлатти, Г.Ф. Гендель, Д. Перголези.

Только спустя два столетия художественные принципы и стилистика барокко заинтересовали современных композиторов XX века.

Интерес к эпохе барокко начался в конце XIX века. Композиторы аранжируют музыку старых мастеров (Д.Ф. Малипьеро – сюита «Чимарозияна»; А. Казелла – дивертисмент «Скарлаттиана»). Современные композиторы стилизуют модель барочного concerto grosso в духе Бранденбургских концертов И.С. Баха. Самая сложная циклическая форма барокко применяется в оркестровых концертах Б. Мартину, М. Регера, Ф. Пуленка, С. Слонимского, А. Шнитке. «Полифоническая тетрадь» Р. Щедрина и «Ludus tonalis» П. Хиндемита дополняют этот список и свидетельствуют не только о возрождении, но и расцвете полифонического искусства в XX веке.

В творчестве М. Регера появляются малые циклы: прелюдия и fuga, фантазия и fuga, вариации и fuga. О.В. Синельникова отмечает: «Желание соединить в своих произведениях искусство прошлого и современности возрастает в творчестве композиторов первой половины XX века» [3, с. 26].

Известно, что каждая эпоха создает свой музыкальный язык, соответствующий духу времени. В современной музыке происходит поиск новых техник музыкального письма. В XX веке параллельно существуют разные системы организации звукового материала.

Коренные изменения в музыкальном языке и освоение новых техник композиции начинается в 1960-е гг. В это время зарождается авангардное движение, представителями которого были Э. Денисов, С. Губайдулина, А. Шнитке, Р. Щедрин, А. Пярт, Г. Уствольская, Б. Тищенко, Р. Леденев, С. Слонимский. В зарубежной прессе появился термин «советский авангард». Тогда же были разработаны приемы коллажа.

Термин «коллаж» (франц. collage – наклеивание) заимствован из живописи. Это прием, заключающийся в наклеивании на основу материалов, которые отличаются от нее по цвету и фактуре. Пабло Пикассо в своих новаторских работах 1914 года использует технику коллажа. В натюрмортах «Композиция с разрезанной грушей» и «Композиция с гроздьем винограда и разрезанной грушей» художник применяет «наклейки». В первом натюрморте он использует обои с узором.

Техника коллажа в музыке заключается в том, что сопоставляется собственный авторский материал с музыкальными цитатами. Как отмечает В. Ценова, «сочинений, полностью основанных на коллаже, очень мало, так как подмена «себя другим» опасна и для целостности произведения, и для авторства композитора» [5, с. 213]

Первые опыты использования коллажа принадлежали зарубежным музыкантам: Чарльзу Айвсу и Альбану Бергу. Эстонский композитор Арво Пярт в 1964 году написал «Коллаж на тему ВАСН» для струнных, клавесина,

гобая и фортепиано. Все части произведения – Токката, Сарабанда, Ричеркар содержат элементы музыки И.С. Баха. Во второй части полностью цитируется Сарабанда из «Английской сюиты» d-moll №6. Тема баховской сарабанды проходит трижды и сопоставляется с хаотическим шквалом аккордовых кластеров. Антитеза двух разных по стилю тем образует альтернативную форму (термин В.Н. Холоповой).

### Пример 1. И.С. Бах – Сарабанда

Родион Щедрин начал использовать коллажную технику в 1960-е гг. Первым произведением с применением коллажа был Концерт № 2 для фортепиано с оркестром (1966). В финал концерта автор вводит фрагменты в джазовом стиле.

В 1972 году Р. Щедрин написал «Полифоническую тетрадь», состоящую из 25 прелюдий. В пьесе № 12 «Токкатина – коллаж» он цитирует тему двухголосной инвенции F-dur И.С. Баха, органично сочетая разные жанры. Эпизоды с авторской музыкой звучат приглушенно, а баховскую тему отличает яркая звучность *f*. Динамический контраст поддержан ладовым контрастом. В теме инвенции ощущается диатоника с ясным тональным центром.

### Пример 2. Токкатина – коллаж.

Р. Щедрин

Для авторского материала Р. Щедрин выбирает 12-тоновую хроматическую тональность.

Allegro grazioso



В «Токкатине», фактура которой представляет полифоническое двухголосие, композитор применяет гомофонную форму: сонатную с зеркальной репризой.

Р. Щедрин неоднократно прибегал к коллажной технике. В финале Концерта № 2 для фортепиано с оркестром (1966), воспроизводятся элементы настройки рояля и джазовой импровизации. В балете «Анна Каренина» (1971) он использует темы произведений П.И. Чайковского, написанные в одно время с романом Л.Н. Толстого: побочную партию первой части симфонии № 3, основную тему Andante квартета № 2, вариацию №9 из фортепианного цикла «Тема с вариациями» (op. 19 № 6). В 1983 году Р. Щедрин создает «Музыкальное приношение» для органа, трех флейт, трех фаготов, трех тромбонов, в котором цитирует органную прелюдию И.С. Баха.

Коллаж – это намеренное цитирование старинных образцов и сопоставление их с современным материалом. Коллажная техника дает композитору возможность синтезировать жанры, формы, экспериментировать с различными стилями.

#### Список литературы

1. Демченко А.И. Статьи о музыке. М.: Композитор, 2008. 365 с.
2. Музыкальный словарь Гроува. М.: Практика, 2007. 1103 с.
3. Синельникова О.В. Родион Щедрин в диалоге с Дмитрием Шостаковичем // Музыковедение, 2008. №9. С. 26-36.
4. Слонимский С. Заметки композитора о современной советской музыке // Современные вопросы музыковедения. М.: Музыка, 1976. С. 263-287.
5. Ценова В.С. О музыкальных формах в творчестве современных московских композиторов // Проблемы музыкальной формы в теоретических курсах вуза. Вып. 132. М.: РАМ им. Гнесиных, 1994. С. 199-216.

## ДЖАЗОВАЯ ИМПРОВИЗАЦИЯ. ПОНЯТИЕ, ЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ

*Семенченко Е.В.*

ст. преподаватель кафедры народного и эстрадно-джазового пения,  
Краснодарский государственный институт культуры, Россия, г. Краснодар

Джаз – это живая музыка, импровизация, талант и мастерство исполнителя. Это культурное проявление общества, форма музыкального искусства, которая возникла в начале 20-го века в США. Автор дает характеристику джаза, раскрывает его особенности, анализирует характерные черты музыкального стиля; уделяет внимание импровизации, как основополагающей черте и результату творческого проявления человека.

*Ключевые слова:* джаз, импровизация, музыкальная импровизация, джазовая импровизация, фантазия, творчество.

Джаз – уникальный вид музыкального искусства. Это синтез нескольких музыкальных стилей, культур, ментальности и взглядов, рас и национальностей. На протяжении всего 20-го ст. происходит становление этого музыкального стиля, но, несмотря на это, джаз до сих пор вызывает множество дискуссий и дебатов. Ученые-музыковеды продолжают осмысление этого вида искусства. Актуальными и открытыми остаются вопросы импровизации в джазе, ритм и энергетика, постоянное формирование и непрерывное создание нового музыкального строя и др.

В научной среде особого внимания заслуживают труды В. Фейертага, Е. Барбана, А. Баташова, В. Конен, Е. Рыбаковой. Искусство джаза рассматривается в зарубежных работах Л. Физера, Дж. Л. Коллиера. Диссертационные работы, посвященные социокультурному феномену джаза, импровизации и композиции, стилевые проблемы исследовали отечественные ученые-музыковеды: Ф. Шак, Ю. Кинус, О. Коваленко и др.

Традиционно исследования ограничиваются лишь музыкальными аспектами формирования джаза. Взамен этому, известные музыковеды, среди которых Крин Габбард, Карен Бекштейн, Леланд Чемберс и др., рассматривают и влияние джазовой культуры на писателей, кинематографистов, художников, танцоров и фотографов [12, с. 123].

Прежде всего, следует выяснить значение понятия «джаз». Во-первых, это вид музыкального искусства XX в., который объединяет импровизационные черты в ансамблевом диалогически-состязательном музицировании и индивидуально-композиторского начала.

Основные особенности джаза – это импровизационность и свобода ритма, свободное дыхание мелодии. Музыканты джаза должны уметь импровизировать либо коллективно, либо соло на фоне срепетированного аккомпанемента [9].

Во-вторых, джаз также рассматривается как форма музыкального искусства, которая возникла вследствие слияния африканской и европейской культур. Характерными его признаками считается: импровизация, изоощрённый ритм, основанный на синкопированных фигурах и уникальный комплекс приёмов исполнения ритмической фактуры – свинг.

В-третьих, это музыкальное чудо – спонтанное, индивидуальное – является результатом творческого проявления человека, основанном на формальной музыкальной структуре.

Следует отметить, что в научной среде отсутствует четкое определение этого понятия. Его значение, принципы и размежевание границ до сих пор остаются неоднозначными. Эту неопределенность отмечают ряд исследователей, среди которых: Е. Овчинников, В. Конен, В. Ерохин. К примеру, В. Конен одной из причин называла «бесконечное количество существующих джазовых ответвлений» и, впоследствии, адаптации [7, с. 230]. Этот вид искусства также связан с бардовой музыкой и блюзом.

Со временем понимание и эстетические признаки джаза изменились: новое поколение музыкантов и композиторов начали использовать различные ритмические и гармонические модели, взаимодействовать между собой, создавая новые художественные формы. Ныне коллектив воссоздает в неявной музыкальной структуре эмоции и полученные знания.

Главным, и основным, отличием джаза от остальных форм музыкального искусства является импровизация – создание художественного произведения в момент его выполнения без предварительной подготовки, тесно связанном с экспрессивным и специфическим типом мышления. Однако появление «свободного джаза» внесло коррективы в классификацию и понимание этого вида искусства. Импровизация, изошрённый ритм, основанный на синкопированных фигурах, и уникальный комплекс приемов исполнения ритмической фактуры – свинг, считаются характерными признаками старого джаза. Для нового джаза характерный «отход от нормативной стилистики направления, переход к открытой форме, новые критерии оценки качества музыки» [10, с. 23].

Джазовая музыка ассоциируется со свободой и импровизацией. Необходимо рассмотреть этот музыкальный феномен, поскольку он имеет основополагающее значение.

*Импровизация* (от лат. *improvisus* – неожиданный, внезапный) – особый вид художественного творчества, при котором произведение создаётся непосредственно в процессе его исполнения [5, с. 508].

Исследователь В. Озеров даёт собственное определение этого термина – непредвиденный, неожиданный, внезапный. Это также метод свободного фантазирования, экспромт [6].

По нашему мнению, несмотря на свою многозначность, термин «импровизация» это не только способ творческого мышления, но и сам артефакт и результат этого процесса.

В академическом музыковедении характерной особенностью импровизации является соединение автора и исполнителя в одном лице. Такое сочетание требует от джазового импровизатора соответствующей подготовки и знаний. Однако для этого следует отказаться не только от академических навыков, но и овладеть искусством импровизации. «Чтобы успешно импровизировать, музыкант должен владеть музыкальным языком импровизации, и этот язык должен стать элементом его музыкального мышления» [4].

По мнению Е. Барбана «джазовая музыка, главным образом в силу спонтанного, импровизационного характера, обладает множеством различных, нередко оппозиционных уровней: рациональным и иррациональным, биологическим и духовным, психологическим и эстетическим» [1].

Противоположного мнения придерживается исследователь А. Баташев, который обосновал художественную составляющую музыкальной импровизации. По мнению ученого, музыкант-импровизатор является не только композитором и исполнителем, но и особым типом художника [2].

Д. Лившиц обращает внимание на различия и уточнения основных понятий, а именно «музыкальная импровизация» и «джазовая импровизация».



Отсутствие разделения импровизации на создание и исполнение нивелирует само понятие «импровизация», наделяя его стандартизированным набором. Автор различает содержательные составляющие этого процесса: импровизация – это создание музыки в процессе музицирования, а интерпретация (исполнительство) – воссоздание этого результата [8].

Джазовой музыке присущи два противоположных компонента, которые всецело раскрывают особенность этого стиля: сочетание ритма и импровизационная составляющая. Их гармоничное сочетание образует баланс между ними: если ритм превалирует – это сказывается на творческой особенности и джаз становится предсказуемым. И наоборот – много импровизации приводит к хаотичности в исполнении музыкального произведения. Поэтому джазовая импровизация – это поиск грани и баланса между ритмом и импровизацией.

Однако следует учитывать и ритмическую организацию этого музыкального процесса, которая дополняет и объясняет импровизацию как фундаментальную основу джаза, специфика которой проявляется в процессе игры со свингом.

Огромную роль играет индивидуальность исполнителя и его возможность исполнения не только соло, но и нацеленность на командный результат. По нашему мнению, джазовая импровизация, как и любое искусство имеет свой уникальный ряд основ и характерных особенностей.

Во-первых, высокий уровень музыкальных способностей исполнителя, а точнее одаренности. Его основными составляющими являются, несомненно, память, слух, чувство ритма, эмоциональная отзывчивость и сукцессивный способ мышления и, соответственно, симультанное восприятие.

Во-вторых, не обойтись и без теоретического пласта и приобретенных знаний. Изначально каждому исполнителю необходимо пройти и усвоить начальный курс джазовой гармонии, а также овладеть голосоведением, ознакомиться с наиболее распространенными стандартами эстрадно-джазового исполнения, базисом аранжировки, уметь определять форму произведения, также важно умение владеть инструментом (настройка, регистры и объемы, диапазоны и знание технических характеристик и возможностей).

В-третьих, творческое начало и фантазия. Творческий акт создания джазового произведения характеризуется соединением духовного и интеллектуального начала, соединением внутренних форм, образов и действий.

Схожие размышления высказывал и М. Бахтин: «в себе значимое содержание возможного переживания-мысли не падает в мою голову случайно, как метеор из др. мира, оставаясь там замкнутым и непроницаемым. Оно вплетено в единую ткань моего эмоционально-волевого, действенно-живого мышления-переживания как его существенный момент» [3, с. 36].

Суть импровизации заключается в исполнении того, что у тебя на душе. Частично это утверждение является истинным, однако для такой игры требуется множество тренировок и репетиций. Джазовая импровизация построена на осмысленном изучении структуры и законов построения музыкальной сущности и пошаговом их освоении, связана с тематической направленностью. Из этого следует и важность изучения определенных тем, усвое-

ние их структурных особенностей и форм. Вследствие этого вырабатывается индивидуальный мелодико-гармоничный язык исполнителя.

«У профессионалов выученное соло, как правило, имеет импровизационный характер, стилистически совпадая с теми соло, которые они обычно и импровизируют без особой подготовки (и это – одна из причин, по которой “подделаться” под настоящего импровизатора почти невозможно)».

Рассматривая историю джазовой импровизации в контексте эстетики и философии авангардного джаза, стоит отметить качественные изменения музыкального исполнения. Так, по мнению Е. Барбана «эстетическая система нового джаза, в частности ее ориентация на индивидуальный, а не на направленный стиль, увеличила возможности личного самовыражения музыканта, одновременно снизив возможности эпигонства» [1]

Известный музыковед Дж. Кратус выделил несколько этапов становления современного исполнителя-импровизатора: разведка, переориентация, ориентирование на определенный продукт, fluid improvisation, структурные, стилистические и личные данные [11, с. 28].

Из этого следует, что импровизация в джазе – одна из главных, но не единственных составляющих. Она имеет отличительные характеристики и построена на осмысленном изучении структуры и законов построения музыкальной сущности, пошаговом их освоении. Она также связана с тематической направленностью, отсюда и важность знаний определенных тем, усвоение их структурных особенностей и форм будущими джазовыми исполнителями. Огромную роль играет также индивидуальность исполнителя и его способность исполнения не только соло, но и нацеленность на командный результат, ведь художественное содержание импровизации характерно для коллективных и ансамблевых импровизационных форм.

#### Список литературы

1. Барбан Е. С. Чёрная музыка, белая свобода, СПб, 2007, 284 с.
2. Баташев А., Феномен импровизации // Советская музыка, 1987.
3. Бахтин М., Работы 20-х годов. Киев, 1994, с. 36-38.
4. Звучание джаза // Джаз – народная музыка, Ч. 1: Финкельштейн С. // Джаз – народная музыка, Лондон, 1964
5. Келдыш Ю. В., Музыкальная энциклопедия, М., 2008, 264 с.
6. Коллиер Дж. Становление джаза. М., Радуга, 1984.
7. Конен В., Пути американской музыки, М., Музыка, 1965.
8. Лившиц Д. Р., Феномен импровизации в джазе : дис. ... канд. искусствоведения. Н. Новгород, 2003. 176 с.
9. Михеева Л. В., Музыкальный словарь в рассказах, М., Советский композитор, 1984.
10. «Старый» и «новый» джаз [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jazzschool.ru/?m=200809> (дата обращения: 04.12.2016).
11. Kratus, J. A developmental approach to teaching music improvisation. International Journal of Music Education, no. 26, pp. 27-38.
12. Representing Jazz, ed. Krib Gabbard, Durham, NC, Duke University Press, 1995.

## ВЛИЯНИЕ ХУДОЖНИКА В.И. СУРИКОВА НА СТАНОВЛЕНИЕ ПРАЗДНИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

*Строй Л.Р.*

первый проректор, кандидат искусствоведения,  
Красноярский государственный институт искусств, Россия, г. Красноярск

*Малащук Н.В.*

руководитель Главного управления культуры администрации г. Красноярска,  
Россия, г. Красноярск

В статье рассматривается генезис праздничной культуры. На фактологическом материале изучается формирование праздничного действия, связанного с именем художника В.И. Сурикова и проводимого в городе Красноярске с 1917 года по настоящее время.

*Ключевые слова:* праздничное действие, праздник, художник, выставка, творческая среда, Суриков.

Праздничная культура, являясь социально-культурным феноменом, традиционно привлекает внимание исследователей различных гуманитарных дисциплин: культурологов, историков, психологов, социологов, искусствоведов и т.д. Внешние характеристики социально важного праздничного события, такие как: его архитектоника, периодичность проведения, хронотоп сценарного развития, восприятие различными социальными группами – демонстрируют его глубокие, крайне актуальные для общества, духовные смыслы. Масштаб последних очерчивают временные и пространственные «контуры», определяющие, в свою очередь, значение праздника – от общемирового события до локального эпизода в жизни отдельной субкультурной группы.

Важнейшую роль в формировании «профиля» праздника играют исторические события, на фоне которых он развивается. В этом контексте обратимся к художественной жизни Красноярска начала XX века и проанализируем процессы формирования новой праздничной культуры города, связанной с именем В.И. Сурикова.

К великому историческому живописцу – Василию Ивановичу Сурикову, уроженцу Красноярска – сравнительно рано пришло общественное признание и внимание прессы. В 1876 году газета «Сибирь» впервые отметила творческие успехи 28-летнего студента Императорской Академии художеств Василия Сурикова. Его дарование подчеркивали как столичные издания, так и региональные журналисты, но более всего он упоминался на страницах красноярской периодики. Газетчики «... писали о Сурикове, более всего освещая его жизненный путь: приезд домой, встречу с друзьями и знакомыми, суриковские высказывания по поводу изменения облика города. После открытия первой сибирской художественной школы местная пресса стала освещать и этот аспект влияния Василия Ивановича на культурную жизнь Красноярска. В 1916 году, когда Суриков умер, одна из самых пронзительных статей в его память была написана красноярским врачом Владимиром Михайловичем Крутов-

ским, который был лично знаком и дружен с художником и в дни скорби о Сурикове напомнил, что именно Красноярск дал России талантливому и великому художнику» [3; 63].

Крутовский стал инициатором увековечивания памяти о живописце в культурно-городском пространстве. В год смерти Сурикова он возглавил городскую комиссию при Красноярском краеведческом музее, ратовавшую об открытии памятника великому земляку и издании его биографии. Владимир Михайлович через прессу попросил горожан присылать и передавать все имеющиеся у них письма, фотографии, автографы, картины, этюды, рисунки, воспоминания о Сурикове. Такой призыв был понятен, потому что на духовном уровне личность художника была сопрячена практически с каждым красноярцем, во время своих приездов в столицу Енисейской губернии: он с общался с земляками, приходившими в его дом, был прост в быту и всегда подчеркивал свое сибирское происхождение.

В 1917 году городскими властями было принято решение провести художественную выставку, посвященную памяти Василия Ивановича. Врач В.М. Крутовский, занимавший тогда пост Енисейского губернского комиссара Временного Российского правительства, содействовал участию в экспозиции мастеров всего Сибирского региона. В культурной жизни Красноярска это событие известно как вторая сибирская художественная выставка, состоявшаяся 5-13 марта 1917 года. Среди работ особое место занимала картина «Милосердный самаритянин», подаренная Суриковым своему благотворителю П.И. Кузнецову. Для усиления художественного воздействия на зрителя в день открытия был прочитан «... доклад, посвященный жизни и деятельности покойного В.И. Сурикова» [2; 4]. На выставке работал отдел, состоящий из произведений учеников Красноярских Рисовальных классов, тем самым, организаторы праздника продемонстрировали преемственность художественных традиций сибирского искусства: от его величайших мастеров до тех художников, которые только вступили на путь творчества. Экспозиция имела огромный резонанс в городе и, если бы не события Первой мировой войны, Октябрьской революции, Гражданской войны, а затем и политическое переустройство страны, жертвой которого стал, в том числе и В.М. Крутовский, возможно, что выставка, связанная с именем В.И. Сурикова, имела бы характер ежегодного городского праздника. К этой идее вернулись через 9 лет.

В 1926 году город Новониколаевск был переименован в Новосибирск, который в стремительные сроки стал не только административным, но и культурным центром Сибири. Сюда приехали работать самые яркие, молодые, творческие силы региона. Среди них – Алексей Васильевич Вошакин – выпускник первого набора Красноярской Рисовальной школы, созданной в 1910 году Василием Суриковым, инициатор создания творческого объединения сибирских художников «Новая Сибирь». Благодаря ему, в Красноярск, который в начале 1926 года готовился к праздничным событиям, посвященным памяти Василия Ивановича Сурикова, была отправлена телеграмма: «Художники объединений АХРР и Новая Сибирь день десятилетия Сурикова приветствуют Красноярский музей как собирателя хранителя работ художника сибиряка,

поднявшего ценность своих картин до значения общечеловеческого» [1; 113]. Воцакин и еще 14 региональных художников были приглашены в Красноярск для участия в мероприятиях, посвящённых 10-летней годовщине смерти Сурикова.

Красноярцы реализовали юбилейный проект с размахом 19 марта 1926 года, он включал в себя: экспозицию «Местные художники»; шествие с музыкой от памятника Ленину мимо школы, где учился художник, к его родовому дому; митинг во дворе дома, открытие памятной доски на доме Сурикова; торжественное заседание, посвященное памяти великого сибирского живописца. Известно, что на заседании выступили докладчики с темами: А.Д. Лаппо «Биография», М.В. Красноженова «Отражение Сибири в произведениях В.И. Сурикова, Д.И. Каратанов «Суриков как художник». В формате обсуждения прозвучали «Воспоминания о Сурикове». В этот праздничный день в рабочих клубах города звучали лекции о творчестве живописца с демонстрацией диапозитивов его работ.

Через месяц, 10 апреля 1926 года, благодаря Воцакину, общество «Новая Сибирь» тоже организовало вечер памяти Сурикова, пригласив красноярского краеведа Красноженову в Новосибирск для рассказа о жизни художника, с которым она была лично знакома. Так, красноярский праздник «перешагнул» свои собственные границы. Блестящее выступление Красноженовой продолжил доклад графика Натальи Нагорской о творчестве Василия Ивановича. Зная любовь Сурикова к музыке, новосибирцы завершили мероприятие праздничным концертом.

Еще через 10 лет – в 1936 году – имя Сурикова вновь стало поводом для разворачивания праздничного действия. Помимо описанных выше форм работы с горожанами, власти города совместно с местными художниками приняли решение о вторичном открытии детской художественной школы. Это заведение, созданное в 1910 году усилиями живописца совместно с красноярским художником Д.И. Каратановым и красноярским архитектором Л.А. Чернышевым, было закрыто в 1919 году, в связи с полным отсутствием финансирования учреждения и сложной политической обстановкой в стране. Спустя 17 лет – в 1936 году, когда о деятельности Рисовальных классов в городе практически никто не помнил, когда в Красноярске, по словам Д.И. Каратанова, осталось только 5-6 профессиональных мастеров, Суриков символически вернул городу профессиональное художественное образование. В этом смысле имя исторического живописца продолжало «работать» на город, обогащая и расширяя палитру праздничных событий, доступных образовательных программ.

Сегодня, в XXI веке, в Красноярске ежегодно проводятся культурно-массовые мероприятия, связанные с именем великого живописца: художественные выставки, научные конференции, «Суриковские чтения», интерактивные игры с детьми, викторины, туристические квесты и другие современные формы культурно-досуговой деятельности, позволяющие обогащать духовную среду города креативными идеями и популяризировать наследие Сурикова. Наиболее знаковым культурным событием Красноярска уже в течение

11-ти лет является Зимний суриковский фестиваль искусств, объединивший представителей культуры, искусства и образования, творческих союзов, краеведов и ставший одним из самых любимых среди горожан [4]. Вместе с тем отметим, что проведение праздника, связанного с творчеством живописца, стало возможно благодаря инициативам конкретных личностей, ставших лидерами общественного внимания к творчеству и биографии В.И. Сурикова. В 1917 году это был В.М. Крутовский; в 1926 году – руководство краевого музея Красноярска; в 1936 году – С.Т. Голюдов, секретарь Крайкома ВКП(б); в конце XX века – руководство Красноярского художественного музея им. В.И. Сурикова; в XXI веке – администрация города Красноярска. Однако, если бы имя художника не проникало практически в каждое явление творческой среды города, не имело духовных связей с сибиряками, то и праздничное действие не располагало бы необходимым ресурсом для своей реконструкции, развития и продолжения на протяжении более ста лет. В этой гармоничной естественности и духовной актуальности – сила праздника как культурно-массового процесса, влияющего на формирования духовно-нравственного, интеллектуального, социального, толерантного и творческого пространства города. Города, чтущего свои традиции, имеющего ресурс для развития и рождающего гениев, чьи имена становятся бессмертными.

#### **Список литературы**

1. Государственный архив Красноярского края. Ф. Р-795, оп. 1, д. 2 А, л. 113.
2. От комиссии по увековечению памяти В. И. Сурикова // Сибирская жизнь. – 1916. – N 235.
3. Строй Л.Р., Москалюк М.В. Художественная жизнь Сибири 1870-1920-х годов. Красноярск, 2010. 188 с.
4. [www.kultura.ru](http://www.kultura.ru). Разделы: «Зимний суриковский фестиваль искусств», Открытый фестиваль-конкурс снежно-ледовых скульптур «Волшебный лёд Сибири».

## **ФЕНОМЕН САКРАЛЬНОГО В ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМ ОБЩЕСТВЕ**

***Федина О.В.***

студентка кафедры теории, истории и философии культуры,  
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,  
Россия, г. Великий Новгород

***Маленко С.А.***

зав. кафедрой теории, истории и философии культуры, д-р филос. наук,  
доцент, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,  
Россия, г. Великий Новгород

В статье феномен сакрального рассматривается как важнейший аспект структуризации единого ценностного пространства индивида в обществе, переходящем в постиндустриальную эпоху. Восстановление целостности сакрального пространства должно предотвратить разрушение границ самоидентичности индивида, а также его обезличивание и разобщение индивидуально и социальной сфер его жизни.

*Ключевые слова:* культура, сакральное, постиндустриальное общество, сакральное пространство.

В современном мире, ориентированном, прежде всего на прагматические и утилитарные ценности, обращение к феномену сакрального представляется более чем актуальным. Так, в условиях перехода общества в постиндустриальную эпоху, данная тематика обретает всё большее значение. Здесь возникает необходимость рассмотрения вариантов развития дискурса сакральности в новом социокультурном поле, которое открывается индивиду в данное время. Его суть заключается в том, что социокультурные модели, транслирующие необходимость всё большей индивидуализации вызывают, усугубляющееся со временем, разобщение как социальной, так и индивидуальной реальностей. Деструктуризация единого ценностного пространства, последовавшая за «смертью бога» и фиксацией в поле сознания человека множества разнообразных и возможно псевдосакральных ценностей, виртуализация реальности и разрушение границ самоидентичности могут привести к кардинальному смещению основных координат бытия с полюса упорядоченности к полюсу хаоса. В этой ситуации становится актуальным вопрос о преобразовании социокультурной реальности, а точнее, о том, какие формы и воплощения может обрести сакральное в новом контекстуальном поле, а так о подлинности и целостности наблюдаемых ныне проявлений сакрального. Становится очевидным, что прежние формы религиозно-метафизического дискурса, скорее всего, не могут быть применены в качестве адекватного ориентира в условиях стремительно меняющейся социокультурной ситуации. Здесь возникает необходимость прогнозирования результатов таких трансформаций ценностного поля, а также изучение генезиса и стабилизации тех новых воплощений сакрального, укореняющихся в современном социокультурном пространстве.

Сакральное, в общем и целом, можно охарактеризовать как «невидимое измерение мира, которое выражает сущность реального», и представляет собой совокупность индивидуального и коллективного в поведении, воздействующее напрямую или косвенно на такие феномены социальной сферы как урегулирование общества, насилия, концепцию смерти и т.д. [2]. Это некое символическое пространство, которое способно расширить область значимых формирований за пределы предметно-функциональной действительности, объединяя сферы бытия, доступные человеку. Здесь крайне важным является обозначить дихотомию: сакральное – профанное, поскольку фиксирование индивидом различий сакральным и профанным является начальной ступенью формирования религиозного сознания. Так, данная дихотомия может быть представлена как, противостояние чистого и нечистого, святого и мирского и т.д. Исходя из вышесказанного, можно понять, что религиозное сознание подразумевает обязательное деление мира на сакральное и профанное, и, следовательно, данная дихотомия формирует множество прочих бинарных противоположностей. Например, М. Элиаде связывает сакральное с мифологическим временем, а профанное с историей, с временной необратимостью,

так автор пишет: «Священное и мирское – это два образа бытия в мире, две ситуации существования, принимаемые человеком в ходе истории» [3, с. 22]. Так, во всём разнообразии религиозных проявлений, автор выделяет универсальный, ни с чем не отождествляемый, элемент сакрального, и, следовательно, именно категория сакрального становится общим основанием для осуществления компаративистского подхода к изучению религии. Опираясь на этот общий для всех религий элемент, М.Элиаде сопоставляет исторические формы обнаружения сакрального в разных религиях – иерофании. Так термин «иерофания» М.Элиаде вводит потому, что он не несёт никаких дополнительных значений, а обозначает в прямом смысле нечто священное, таким образом, не подразумевая ничего более. Следовательно, в феноменологии религии Мирчи Элиаде сакральное и профанное представляют собой два типа пространства или два типа бытия. Поскольку в таком случае сакральное, можно охарактеризовать как тип пространства, становится очевидной важнейшая роль пространства как элемента архаической модели мира и как особой сакральной категории.

Можно отметить, что в религиозном сознании сакральное пространство неоднородно, структурировано. Помимо сакрального пространства, как правило, очевидно наличие ещё «не-пространства», или вообще отсутствие пространства, воплощением которого являлся хаос, как состояние, предшествующее творению, а также пространства профанные, так: «есть пространства священные, т.е. «сильные», значимые, и есть другие пространства, неосвященные, в которых якобы нет ни структуры, ни содержания, одним словом, аморфные». Таким образом, можно сказать, что сакральное пространство противопоставляется «несакральному», профанному, отождествляясь с могуществом, силой, являясь центром мира и одновременное его символической вертикальной осью, местом сосредоточения всего божественного, внушающего трепет и благоговение. Тем не менее, в современном мире понятие «пространство» в сознании обывателя всё более отчётливо демонстрирует признаки влияния релятивистской теории, глобализация, информатизация, стандартизация социокультурных процессов могут привести обезличиванию и деперсонализации индивида. Так Дмитрий Арабаджи пишет, что «пространство, не имеющее символической полноты, не может быть признано подлинно Священным» [1, с. 117], а пребывание в таком пространстве для человека «ущербно», следовательно, именно восстановление целостности сакрального пространства, между разными «полюсами» которого будет происходить бесконечный и непрерывный обмен символов и смыслов должно противостоять разобщению индивидуальной и социальной реальности человека.

В заключении, можно отметить, актуализация проблемы сакральности, ясно ощущаемая на протяжении XX и XXI века, была обусловлена теми социокультурными и историческими процессами, социальными потрясениями, которые позволили с новой стороны взглянуть на феномен сакральности в жизни современного человека. В XX и XXI веке стал очевиден процесс деструктуризации и трансформации фундаментальных основ человеческой



жизни, усугубление все более глубинного ощущения потери человеком чувства сакральности бытия.

#### Список литературы

1. Арабаджи Д.В. Между сакральным и профанным: [сб. статей]. Одесса, 2009. 117 с.
2. Труссон П. Сакральное и миф. URL: <http://nationalism.org/vvv/trusson-sacral-and-myth.htm> (дата обращения: 28.11.2016).
3. Элиаде М. Священное и мирское. М.: Изд-во МГУ, 1994. 22 с.