



# **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

*Сборник статей по материалам  
XXXV международной научно-практической конференции*

№ 6 (31)  
Июнь 2014 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск  
2014

УДК 62  
ББК 30  
Т 38

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редакционной коллегии:

**Ахметов Сайранбек Махсutowич** — д-р техн. наук, проф., ректор  
Казахстанского университета инновационных и телекоммуникационных систем,  
действительный член (академик) Национальной инженерной академии  
Республики Казахстан, заместитель председателя Западно-Казахстанского  
филиала НИА РК, г Уральск.

Редакционная коллегия:

**Ахмеднабиев Расул Магомедович** — канд. техн. наук, доц. Полтавского  
национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

**Елисеев Дмитрий Викторович** — канд. техн. наук, доцент, бизнес-  
консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии  
и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

**Копылов Алексей Филиппович** — канд. техн. наук, доц. кафедры  
Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского  
федерального университета;

**Романова Алла Александровна** — канд. техн. наук, доц. кафедры  
прикладной физики Санкт-Петербургского государственного экономического  
университета.

**Т 38 Технические науки — от теории к практике / Сб. ст.**  
по материалам XXXV междунар. науч.-практ. конф. № 6 (31).  
Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. 106 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Технические науки — от теории к практике»  
включен в систему Российского индекса научного цитирования  
(РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей  
обязательна.

## **Оглавление**

### **Секция 1. Информатика, вычислительная техника и управление 6**

- ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЦЕННОСТЕЙ  
КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ  
РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ 6  
Молоканова Валентина Михайловна
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА  
ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ 14  
Токарев Андрей Николаевич  
Шишковский Александр Сергеевич
- СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ 22  
Хужаев Отабек Кадамбаевич  
Ядгаров Шерзод Абдуллаевич  
Пак Виталий Станиславович

### **Секция 2. Машиностроение и машиноведение 31**

- ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВОЙ  
ФРЕЗЫ ПРИ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПРЕСС-ФОРМЫ 31  
Некрасов Никита Сергеевич  
Логинов Николай Юрьевич  
Зотов Алексей Викторович  
Кузьмич Игорь Владимирович
- ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СУХОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО  
ОХЛАЖДЕНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ  
ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА 36  
Щипанов Анатолий Владимирович

### **Секция 3. Энергетика и энергетические техника и технологии 42**

- ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ  
ТОПЛИВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СЕРНИСТОГО ИЗНОСА  
ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ 42  
Сагин Сергей Викторович  
Солодовников Валерий Григорьевич

<b>Секция 4. Транспорт и связь, кораблестроение</b>	<b>49</b>
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТА ГОРОДСКОГО АВТОБУСА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	49
Аринушкин Федор Петрович Корчажкин Михаил Георгиевич	
ТЕРМИНАЛ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ МОБИЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ IRIDIUM	55
Ерёмин Денис Иванович Торчик Владимир Васильевич	
<b>Секция 5. Строительство и архитектура</b>	<b>63</b>
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОНИКИ	63
Дегтев Юрий Васильевич Фролова Мария Аркадьевна Попов Максим Александрович Левченко Анастасия Анатольевна	
<b>Секция 6. Сельское и лесное хозяйство, агроинженерные системы</b>	<b>74</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМКНУТОГО КЛИНОВИДНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕССУЮЩЕГО РОЛИКА	74
Ковриков Иван Тимофеевич Кириленко Александр Сергеевич	
<b>Секция 7. Приборостроение, метрология, радиотехника</b>	<b>84</b>
АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ СОСТАВЛЯЮЩИХ СПЕКТРА СИГНАЛА	84
Михлин Евгений Юрьевич	

<b>Секция 8. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология</b>	<b>92</b>
АЛЮМОСИЛИКАТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	92
Масленникова Людмила Леонидовна Вобликова Дарья Васильевна Шевцова Елена Николаевна Крапивная Тамара Анатольевна Ершова Софья Александровна	
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОДЫ	100
Прокофьева Елена Васильевна Шаркевич Игорь Вадимович Мартынова Мария Игоревна Метрищева Диана Магомедовна	

## **СЕКЦИЯ 1.**

### **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

#### **ПРОФИЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЦЕННОСТЕЙ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ**

*Молоканова Валентина Михайловна*

*канд. техн. наук, доцент  
Днепропетровского регионального института государственного  
управления Национальной академии государственного  
управления при Президенте Украины,  
Украина, г. Днепропетровск  
E-mail: [molokanu@gmail.com](mailto:molokanu@gmail.com)*

#### **PROFILE OF ORGANIZATIONAL VALUES AS A BASIS OF ORGANIZATION DEVELOPMENT PORTFOLIO FORMATION**

*Valentina Molokanova*

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Dnepropetrovsk  
public administration regional institute of national academy of public  
administration under the President of Ukraine,  
Ukraine, Dnepropetrovsk*

#### **АННОТАЦИЯ**

Предложен анализ применения методологии управления портфелями проектов при разработке стратегии развития предприятия, рассмотрена возможность ценностного подхода в задачах управления портфелями развития организации, рассмотрено формирование портфеля развития организации с учетом профиля организационных ценностей.

#### **ABSTRACT**

It is given analysis of project portfolio management methodology application by working out the development strategy of the enterprise,

considered the possibility of the value approach to the task of development organizations portfolios managing, discussed the formation of the organization development portfolios based on organizational values profile.

**Ключевые слова:** управление развитием через портфели проектов; ценностный подход; управления портфелем проектов; профиль организационных ценностей; формирование портфеля проектов.

**Keywords:** development management through the project portfolios; value approach; portfolio projects management; organizational values profile; formation of project portfolio.

Глобальные изменения в мировой экономике сказываются на всех отраслях человеческой деятельности, требуют качественно новых методологических подходов к правлению развитием организаций. Мир проектного менеджмента очень быстро меняется, расширяются его границы, прослеживаются новые важные тенденции. Наблюдается проникновение проектного подхода в новые сферы общественной деятельности. Главной целью проектного управления становится не получение финансовой прибыли, а создание новых человеческих ценностей. Однако методология проектного менеджмента, пребывая под влиянием старой парадигмы, не всегда адекватно отвечает современным вызовам.

Существующие методы и модели управления портфелями проектов до сих пор находятся в стадии быстрого развития. Сегодня существует ряд методик оценки эффективности портфелей проектов [1, 4, 7], которые отличаются подходами к формированию портфеля в зависимости от преследуемой цели и условий применения. В профессиональной литературе можно выделить три подхода к формированию портфеля проектов: инвестиционный, стратегический и комплексный. Каждый из этих подходов имеет свою область применения, свои преимущества и недостатки.

Инвестиционный подход [1] рассматривает проекты только с точки зрения доходности и затрат, не учитывая реальные процессы управления проектом. Методы этого подхода невозможно применить к управлению проектами в чистом виде, Поскольку управление финансовыми потоками и управления проектами отличаются по многим параметрам, но на этапе проектного анализа можно ограничиться только этим методом.

Стратегический подход предполагает формирование портфеля развития с учетом стратегии развития предприятия. Теория

стратегического управления [5] выделяет четыре группы процессов: определение целей и стратегии развития организации, трансформация стратегии в проекты, формирование портфеля проектов, реализация портфеля и повторная оценка стратегии.

Исторически сложилось так, что на предприятиях реального сектора экономики, в основном, применяется комплексный подход, основанный на принципах программно-целевого планирования. Портфель проектов в этом случае рассматривается как единый мультипроект, при формировании такого портфеля применяются методы, которые позволят достичь оптимальности по доходности и рискам проектов, входящих в портфель.

Очевидно, что существующие модели и инструменты не позволяют полностью учитывать состояние «мягких» элементов проектной организации (внутренних организационных ценностей), которые значительно влияют на субъективную ценность продуктов портфеля. А это, в свою очередь, не позволяет руководству организации с достаточной степенью обоснованности определять стратегию дальнейшего развития.

Специфические ценности, которыми экономические субъекты обладают в конкретные моменты времени, не менее важны, чем их способность к обучению [7]. Как определяет стандарт P2M [6], «проект — это обязательство создать ценность, которая должна быть создана в определенный период, в пределах согласованного времени, ресурсов и условий эксплуатации». Опираясь на такое определение проекта и теорию эволюции ценностей, рассмотрим основы новой ценностно-ориентированной методологии.

Главная цель данной статьи состоит в исследовании возможностей использования эволюционной теории ценностей в управлении портфелями проектов с учетом профиля ценностей проектно-ориентированной организации.

Первым шагом в процессе управления на основе ценностей согласно стандарту P2M [6] — есть описание миссии, при котором формируется видение ценностей, для которых разрабатывается портфель проектов или программа. Поскольку спецификой современных проектов является то, что ключевая роль в них принадлежит потенциальным стейкхолдерам (заинтересованным сторонам), именно их системы ценностей влияют на процессы формирования портфеля проектов. При этом под ценностями принадлежит понимать не только рост прибылей компаний и денежных компенсаций акционерам, а, прежде всего, достижение результатов, которые корреспондируются с человеческими



ценностями [2]. Портфель фокусируется на том, как делать в организации правильные вещи (doing right things) [7].

Формирование целей организационной системы должно основываться на использовании всей накопленной объективной и субъективной информации. Объективная информация об организации существует в виде директивных документов, которые определяют ее цели и критерии (в содержательном или даже в количественном виде, в виде целевых планов, нормативов, инструкций и т. п.). Субъективная информация определяется индивидуальным и коллективным сознанием, опытом и интуицией руководства организации, приобретенными в результате участия в процессе функционирования системы. Она проявляется в виде различных недостатков и преимуществ отдельных людей, служб и проектов организации. Эти преимущества или недостатки не систематизированы, и формализовать их часто не представляется возможным. Кроме того, преимущества неизбежно изменяются во времени или демонстрируют определенную устойчивость лишь в течение небольшого временного промежутка. Определение целей организации — своеобразный итерационный адаптивный механизм. Необходимость адаптивной подстройки целей и критериев системы управления обусловлена тем, что в процессе функционирования организации быстро изменяются внешние условия. Современная методология выделения, анализа и описания целей основывается на использовании методов декомпозиции, дедуктивных и индуктивных инструментах [6]. Многие цели по своей природе не поддаются формализации, то есть их не удастся точно измерить. Поэтому, чтобы осуществить общее ранжирование всего дерева целей, используются условные показатели и оценки. Управление проектами не может быть эффективным, если проекты и программы рассматриваются вне контекста доминирующих ценностей всей организации. На сегодняшний день нет четкого инструмента гармонизации внутренних ценностей организации и доминирующих ценностей внешнего окружения. Так же как и отсутствуют инструменты согласования ценностей внутри портфеля проектов.

Анализ литературы показывает, что есть два основных подхода к диагностике организационных ценностей: формализованный с использованием различных анкет и холистический, в основе которого лежит использование наблюдений, анализ документов, корпоративных мероприятий и др. [3].

Формализованный подход к диагностике предполагает использование опросов, анкетирование, интервью и других подобных методов, заимствованных в основном из социологии. Преимущества опросников заключаются в том, что они позволяют создать за короткий

срок объективную картину ценностей участников проектных процессов. Среди известных формализованных методов диагностики можно выделить: метод «Моделирование целевой культуры» (Targeted Culture Modeling); модель Денисона (Denison Organisational Culture Survey); инструмент оценки конкурирующих ценностей (OCAI) К. Камерона и Г. Куинна [3].

Согласно теории ценностей К. Грейвза [2] движение по эволюционной спирали осуществляется волновой заменой старых ценностей на ценности другого уровня. При этом один набор ценностей (ценностный мем по Грейвзу — Цмем) не отрицает новый, а поглощает и качественно трансформирует старый [2]. Каждый Цмем проявляет себя в виде системы фильтров, что в конечном итоге формирует определенные паттерны деятельности, организационную динамику, мотивацию к действию. Если искусственно пытаться привести в организацию проекты или программы, соответствующие другому уровню ценностей, отличному от того, на котором находится организация, они будут отторгнуты большинством и не принесут результатов, поскольку деятельность людей с разными ценностями в ограниченном пространстве вызывает конфликты [2].

Процесс трансформации стратегии развития организации в направлении увеличения желаемых ценностей позволяет выделить нужные компоненты портфеля и установить ключевые индикаторы достижения цели. Список проектов-кандидатов может содержать в себе численные показатели их ценности, полученные с помощью предварительного проектного анализа. Определения критериев, по которым должны оцениваться проекты и их совокупность в виде портфеля — это одна из непростых задач при принятии решений о формировании портфеля. Это особенно важно для проектов, связанных с социальной сферой.

Задача выбора проекта из множества альтернатив сводится к задаче максимизации целевого критерия эффективности  $F(\cdot)$ . Формально эту задачу можно представить следующим образом:

$$F(s) \rightarrow \max, s \in S \quad (1)$$

где:  $S$  — множество возможных стратегий.

На этапе предварительного отбора проектов отсеиваются явно неэффективные проекты. Для этого вместо критерия максимума целевой функции используют предельное значение некоторого критерия:

$$F(s) \geq D, s \in S_D \quad (2)$$

где:  $D$  — некоторое действительное число;

$S_D$  — подмножество множества  $S$ .

На следующем этапе при формировании портфеля приходится отбирать проекты по достаточно большому набору критериев, то есть приходится решать многокритериальную задачу принятия решения и иметь дело с множеством альтернатив  $P$ , множеством критериев  $K$  и множеством шкал оценок критериев  $M$ .

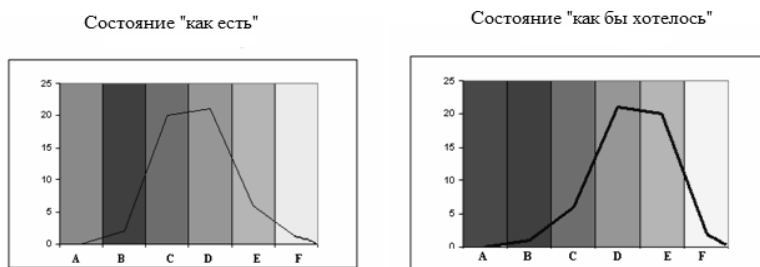
В рамках проведенного исследования был разработан инструмент оценки организационных ценностей на основе теории ценностей К. Грейвза [2] Методикой предусмотрено заполнение представителями различных менеджерских уровней управления специальных опросников, анализ и построение графического профиля доминирующих ценностей организации (рис. 1). Конструктор процедуры оценки частных критериев опросников можно представить как результат типовых преобразований исходных данных, характеризующие фактические и желаемые ценности организационной системы. Для сокращения набора исходных показателей и построения на их основе обобщающего критерия используется процедура агрегации. Если элемент оценивается вектором показателей  $y_j \in Y_j$ . Процедура агрегации задается отображением множества  $Y_j$  возможных значений вектора показателей  $y_j$  в некоторое множество меньшей размерности  $Q_j$  его преобразованных значений. То есть, каждому значению вектора показателей  $y_j \in Y_j$  соответствует новый вектор показателей  $q_j \in Q_j$ , но уже меньшей размерности:

$$q_j = \sigma(y_j) \in Q, \quad (3)$$

В качестве примера может быть приведена процедура агрегирования в виде суммы:

$$q_j = \sum_{k=1}^n \alpha_k y_{jk}. \quad (4)$$

Весовые коэффициенты  $A_k$  определяются принятой процедурой агрегации с использованием экспертных методов. Обобщенный критерий является количественной оценкой организационных ценностей, полученный с помощью скалярной свертки частных критериев. Он позволяет построить обобщенный профиль организационных ценностей (рис. 1) в соответствии с уровнями ценностей по К. Грейвзу [2].



**Рисунок 1. Профиль организационных ценностей компании «ФАР-групп»**

Итогом изучения профиля организационных ценностей должно стать решение трех задач:

1. Осознание (формализация) организационных ценностей, на основе которых разрабатывают перспективную стратегию развития.
2. Определение ценностей, которые будут помогать или мешать реализации стратегии развития.
3. Оценка существующего разрыва, то есть соответствия сформированного портфеля развития ценностям внешней среды, и пересмотр последствий этого разрыва.

Ключевым моментом в концепции спиральной динамики К. Грейвза является то, что люди имеют внутреннюю способность не только существовать на разных уровнях психологического развития, но и добавлять новые уровни. Динамика спирали активируется взаимодействием между внутренним состоянием сознания и внешним миром. Движение по спирали включает четыре тенденции развития:

- последовательное увеличение числа альтернатив — в направлении большего числа вариантов осуществления одной и той же вещи;
- последовательное расширение психологического пространства — в направлении новых организационных форм;

- последовательное расширение концептуального пространства — в направлении к более масштабным взглядам на вещи;
- последовательное увеличение числа степеней свободы — в направлении большего числа альтернативных проектов.

Один из постулатов спиральной динамики утверждает, что каждый уровень, каждая парадигма мышления дает ценности и навыки, без которых дальнейшее движение организации невозможно. В свете постулатов спиральной динамики ценностей развитие — это не прыжок организации на самый высокий уровень, а создание условий для гармоничного перехода на следующий уровень.

### **Список литературы:**

1. Бурков В.Н. Модели и методы мультипроектного управления / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович. М.: ИПУ РАН, 1997. — с. 63.
2. Дон Е.Бек. Спиральная динамика: управляя ценностями, лидерством и изменениями / Дон Е.Бек, Крис К. Кован: пер. с англ. М.: Открытый мир, 2010. — 420 с.
3. Камерон К., Куинн Р. Диагностика и изменение организационной культуры / Пер. с англ.; Под ред. И. В. Андреевой. СПб.: Изд-во «Питер», 2001. — 320 с.
4. Кендал И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами. Максимизация ROI. / И. Кендал, К. Роллинз; Пер. с англ. М. : ПМСОФТ, 2004. — 576 с.
5. Руководство по управлению инновационными проектами и программами: т. 1, версия 1.2 / пер. с англ. под ред. С.Д. Бушуева. К.: Наук. свит, 2009. — 173 с.
6. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний P2M: Монография // Ярошенко Ф.А., Бушуев С.Д., Танака Х. К.: Саммит-Книга, 2012. — 272 с.
7. Principles of the Strongest Organization. Peter M. Senge, translated by Nobuyuki Moribe, Tokuma Shoten, 2001 — 380 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

***Токарев Андрей Николаевич***

*канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационные системы  
и технологии» Балаковский институт техники, технологии  
и управления (филиал) ФГБОУ ВПО СГТУ им. Гагарина Ю.А.,  
РФ, г. Балаково  
E-mail: [nik12379760@yandex.ru](mailto:nik12379760@yandex.ru)*

***Шишковский Александр Сергеевич***

*студент 5-го курса специальности «Информационные системы  
и технологии», Балаковский институт техники, технологии  
и управления (филиал) ФГБОУ ВПО СГТУ им. Гагарина Ю.А.,  
РФ, г. Балаково*

## DESIGN OF WEB REPRESENTATION OF THE ENTERPRISE OF SERVICES INDUSTRY

***Tokarev Andrey***

*cand. Tech. Sci., associate professor of the department  
«Information systems and technologies» Balakovsky Institute of technology  
and management (branch) FSEI HPE SSTU them. Y.A. Gagarin,  
Russia, Balakovo*

***Schischkovskiy Aleksandr***

*student of the department «Information systems and technologies»  
Balakovsky Institute of technology and management (branch) FSEI HPE  
SSTU them. Y.A. Gagarin,  
Russia, Balakovo*

### АННОТАЦИЯ

Настоящая работа посвящена вопросам объектного моделирования функционирования информационного ресурса предприятия сферы обслуживания как Web-представительства. Показаны направления и способы оптимального построения Web-представительства для данной предметной области, реализация которых способствует повышению качества информационного взаимодействия пользователя системы, тем самым повышая качество организации бизнеса.

## ABSTRACT

The real operation is devoted to questions of object modeling of functioning of an information resource of the enterprise of services industry as Web representations. The directions are shown and methods of optimum creation of Web representation for this data domain which implementation promotes improvement of quality of information exchange of the user of system, thereby increasing quality of a business organization.

**Ключевые слова:** сфера обслуживания; Web-представительство; объектное моделирование; информационный ресурс; тестирование ресурса.

**Keywords:** services industry; Web representation; object modeling; information resource; resource testing.

Этап построения Web-представительства начинается с концептуального проектирования. На основе проведённого анализа структурируется предметная область. Предметная область данного информационного ресурса — обслуживание автомобилей.

Чтобы новое Web-представительство могло стать высокоэффективным инструментом бизнеса, специалисты, которые заняты разработкой сайта, должны хорошо ориентироваться в предметной области будущего сайта. Необходимо самым тщательным образом изучить бизнес, которому будет посвящен сайт, рынок, для которого он предназначен, деятельность конкурентов на этом рынке.

Данный ресурс предназначен для того, чтобы отображать достоверную информацию о предприятии, связанного с капитальным ремонтом различного рода оборудования, руководстве в лице директора, который заведует данным предприятием, о составе рабочего коллектива и так далее. Кроме того требуется создать интерактивную среду (окно сообщений), которая позволит в режиме реального времени связаться с руководством предприятия и решить технические вопросы. В мире существует множество сайтов в сфере обслуживания, где каждый из них занимается в той или иной сфере и деятельности, подобные Web-представительства должны представлять удобство и понятность для пользователей которые будут ими пользоваться. Будь это парикмахерская, автомойка или авиакомпания.

Применим объектно-ориентированный подход для моделирования работы ресурса, основанный на UML [1].

Для работы системы информационного ресурса автомойки на диаграмме вариантов использования были выделены следующие актёры:

- пользователь системы — это как сотрудники автомойки, так и обычные люди, которые просматривают информацию и получают сведения об автомойке, а также имеющие ограничение доступа к системе;
- администратор системы — это человек, имеющий неограниченный доступ к системе, а также занимающейся поддержкой сайта.

Далее рассмотрим, какие возможности должна предоставлять система:

- актёр «Пользователь» использует систему для просмотра информационного материала о данной автомойке, а также для обратной связи;
- актёр «Администратор» использует систему для авторизации при входе в администраторскую панель, а также для редактирования в ней различных компонентов, которые имеются в Web-представительстве.

На основании вышеизложенного можно выделить следующие прецеденты:

1. Выбор вкладки сайта запускается пользователем системы. Позволяет выбрать любую вкладку при входе на главную страницу Web-представительства;

2. Просмотр информационного материала — запускается пользователем системы. Позволяет просматривать информацию и получать сведения о данной автомойке при входе на любую из вкладок, которые имеются на сайте;

3. Обратная связь — запускается пользователем системы. Позволяет связаться с администратором сайта для получения прайс-листа, или по другим вопросам сотрудничества;

4. Авторизация — запускается администратором системы. Позволяет определённому лицу при правильном наборе логина и пароля авторизоваться при входе в администраторскую панель;

5. Редактирование интерфейса сайта — запускается администратором системы. Позволяет внести изменения в интерфейс сайта;

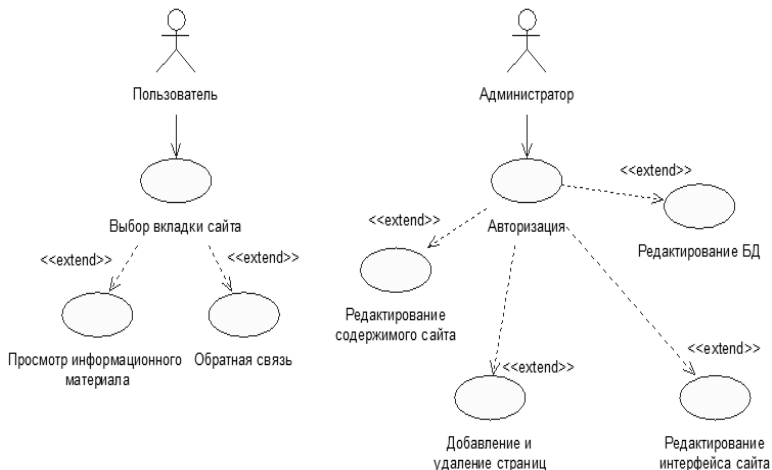
6. Редактирование содержимого сайта — запускается администратором системы. Позволяет наполнить Web-представительство новым контентом, редактировать настройки публикации, создать новые и редактировать существующие типы материалов, просмотр всей информации на сайте, её редактирование и удаление и так далее;

7. Редактирование базы данных (БД) — запускается администратором системы. Позволяет изменять содержимое базы данных (БД); добавление и удаление страниц запускается



администратором системы. Позволяет вносить изменения в страницы сайта, которые хранятся в базе данных (БД).

Хранилище данных (Datawarehouses) — это предметно-ориентированная информационная база данных или набор данных, предназначенный для поддержки принятия решений. Данные, поступающие в хранилище, как правило, доступны только для чтения.

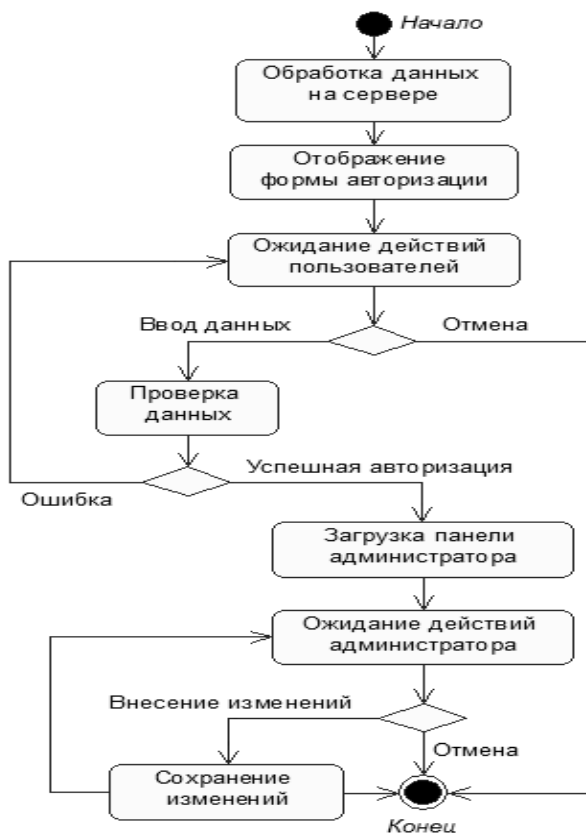


**Рисунок 1** Диаграмма вариантов использования, показывающая действия пользователей и администратора

Хранилище данных информационного ресурса состоит из следующих таблиц: — таблица pages — в ней хранится информация о созданных страницах и тексте на сайте; — таблица images — в ней хранится информация о всех загруженных картинках.

Диаграмма состояний для вариантов использования, связанных с актёром «Администратор», показана на рисунке 2. Диаграмма состояний для вариантов использования, связанных с актёром «Пользователь», показана на рисунке 3.

Большинство Web-представительств построено по блочному принципу.



**Рисунок 2. Диаграмма состояний для вариантов использования, связанных с актёром «Администратор»**

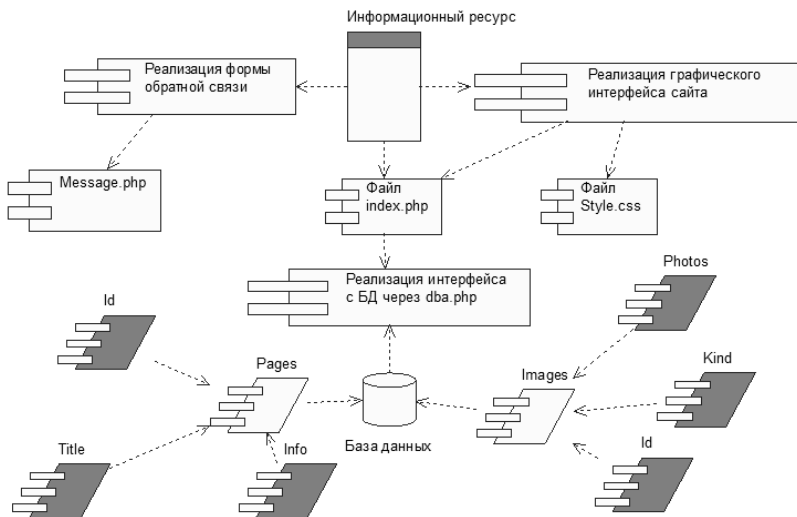
Для каждого компонента можно определить различные свойства, такие как стереотип, язык программирования, декларации, реализуемые классы.

Редактирование свойств компонента осуществляется с помощью диалогового окна спецификации свойств [1].



**Рисунок 3. Диаграмма состояний для вариантов использования, связанных с актёром «Пользователь»**

Диаграмма компонентов информационного ресурса представлена на рисунке 4.



**Рисунок 4. Окончательный вид диаграммы компонентов информационного ресурса**

Следует сделать упор на создании логической цепочки. Сайт посвящен автомойке, то названия разделов можно использовать такие: «мойка», «чистка», «уборка», «уход», а подразделы соответственно, должны рассказывать конкретно о каждом виде [2]. Например: «мойка автомобилей», «мойка комплекс», «мойка внешняя» и т. д. Далее каждый подраздел можно разделить на несколько рубрик второго уровня. «Мойка автомобилей» подразумевает страницы, «какая мойка», «мойка чего» и т. п.

Для реализации Web-представительства предприятия сферы обслуживания «Автомойка» будут использованы следующие языки разметки и языки программирования:

1. PHP (препроцессор гипертекста);
2. JavaScript (язык для работы с веб-страницами);
3. CSS (каскадные таблицы стилей);

Web-представительство «Автомойка» содержит простой и удобный интерфейс, навигационную схему и файловую структуру. Для пользователя, как начинающего, так и для опытного не составит труда разобраться в данном проекте.

Панель навигации (меню) показывает нам иерархические уровни сайта. С помощью панели навигации пользователь, всегда может

видеть, в каком разделе курса они находятся, и перейти к любому другому разделу сайта.

Навигационная панель (меню) на которой изображены все элементы переходов и запросов для пользователей на рисунке 5.



**Рисунок 5. Навигационная панель**

На сайте имеется header (шапка), где располагается логотип сайта (картинка) и JavaScript, отображающий дату в настоящем времени.

На рисунке 6 предоставлена шапка сайта «Автомойка».



**Рисунок 6. Шапка сайта «Автомойка»**

Тестирование — это меры, которые направлены на выявление и устранения ошибок, если они имеются в коде структуры Web-представительства.

Наиболее важным аспектом в процессе тестирования является выявление ошибок в написании кода, что может повлечь от некорректного отображения информационного ресурса в различных браузерах, до полной его неработоспособности.

Тестирование необходимо разделить на несколько этапов:

- проверка правильности написания кода HTML5;
- проверка правильности написания скриптов PHP;
- проверка правильного отображения в разных браузерах;
- проверка на оптимизацию.

После этого проводилась проверка правильного отображения данного Интернет-ресурса в различных браузерах, таких как Internet Explorer, Google Chrome, Mozilla Firefox и Opera.

В результате проверки на всех страницах не было выявлено ошибок в коде на разных браузерах. Скорость загрузки ресурса составляет 0,45 кб/сек, средняя скорость 6,95 кб/сек.

### **Список литературы:**

1. Буч Г. Язык UML. / Г. Буч. М.: ДМК, 2009 г. — 356 с.
2. Интернет-ресурс сферы обслуживания «МойкаАВТО.ру» [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://moikaavto.ru/> (дата обращения 08.05.2014).

## **СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

***Хужаев Отабек Кадамбаевич***

*ассистент преподаватель,  
кафедра «Информационный технологии», Ургенчский филиал  
Ташкентского университета информационных технологий,  
Республика Узбекистан, г. Ургенч  
E-mail: [otabek.hujaev@gmail.com](mailto:otabek.hujaev@gmail.com)*

***Ядгаров Шерзод Абдуллаевич***

*ассистент преподаватель,  
кафедра «Информационный технологии», Нукусский филиал  
Ташкентского университета информационных технологий,  
Республика Узбекистан, г. Нукус  
E-mail: [shyadgarov1986@gmail.com](mailto:shyadgarov1986@gmail.com)*

***Пак Виталий Станиславович***

*ассистент преподаватель,  
кафедра «Информационный технологии»,  
Ташкентского университета информационных технологий,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [vitalik.pak@gmail.com](mailto:vitalik.pak@gmail.com)*

# COMPARISON OF NEURAL NETWORKS MODELS FOR TIME SERIES PREDICTION

***Khujaev Otaber***

*assistant prof., "Information technology" department Urganch branch  
of Tashkent University of information technologies,  
Uzbekistan, Urganch*

***Yadgarov Sherzod***

*assistant prof., "Information technology" department Nukus branch  
of Tashkent University of information technologies,  
Uzbekistan, Nukus*

***Pak Vitaliy***

*assistant prof., "Information technology" department  
Tashkent University of information technologies,  
Uzbekistan, Tashkent*

## АННОТАЦИЯ

В работе описывается использование двух моделей нейронных сетей для решения проблемы прогнозирования временных рядов. Скользящее окно использовалось вместе с исходным (начальным) методом обработки данных. В статье рассматривается сравнение возможностей прогнозирования моделей Эльмана и прямо распространённых нейронных сетей. Результаты были получены с использованием библиотеки Neural Network Toolbox IDE MatLab.

## ABSTRACT

This article describes the use of two models of neural networks for solving the problem of time series prediction. With initial data processing method was used a sliding window. The article focuses on comparing prediction capabilities of the models Elman and feedforward neural networks. The results were obtained using the library neural network toolbox IDE MatLab.

**Ключевые слова:** Рекуррентная нейронная сеть Эльмана; нейронная сеть прямого распространения; скользящее окно; обратное распространение; NIO; NARX.

**Keywords:** Elman recurrent neural networks; feedforward neural networks; sliding window; backpropagation; NIO; NARX.

## 1. Введение

В последние годы, в прогнозировании широко используются методы искусственного интеллекта, такие, как экспертные системы, искусственные нейронные сети и т. д. Существует много моделей нейронных сетей. В прогнозировании чаще всего используются методы нейронной сети прямого распространения и нейронные сети Элмана с обратными связями, в которых применяется скользящее окно над входной последовательностью [5] [11]. Целью данной работы является сравнение строения нейронных сетей Элмана и нейронной сети прямого распространения для прогнозирования временных рядов.

### 1.1. Прогнозирования временных рядов и раздвижные окна

Временной ряд представляет собой последовательность векторов,  $x(t)$ ,  $t=0,1,\dots$ , где  $t$  — истекшее время. С целью упрощения мы будем рассматривать здесь только последовательности скаляров, хотя рассматриваемые методы легко обобщить вектору серии. Теоретически  $x$  может быть значением, которое изменяется непрерывно с  $t$  таких, как температура, но на практике, для любой заданной физической системы,  $x$  будет выбран, так, чтобы дать серию дискретных точек данных, равномерно распределенных во времени. Например, временных рядов по часам, по дням, по неделям, по месяцам. Метод скользящего окна помогает нам создавать учебный набор данных, например:  $x(1), x(2), x(3) \dots x(n)$  является вектором временных рядов. После использования скользящего окна, размер которого равен  $d$ , мы можем создать это отображение набора данных ввода-вывода.

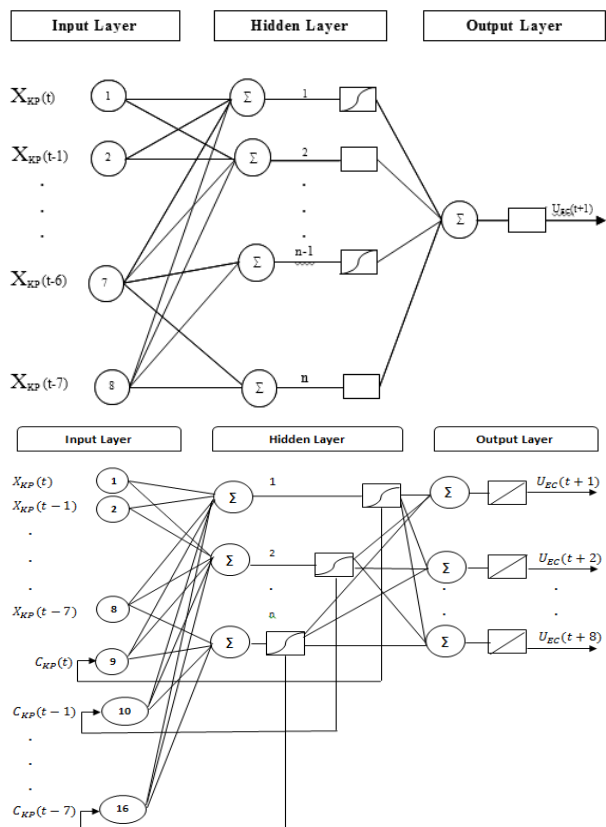
Вводы	Цели
$x(1), x(2), x(3), \dots, x(d)$	$x(d+1)$
$x(2), x(3), x(4) \dots x(d+1)$	$x(d+2)$
$\vdots$	$\vdots$
$x(n-d-1), x(n-d), x(n-d+1) \dots x(n-1)$	$x(n)$

### 1.2. Нейронная сеть прямого распространения и нейронная сеть Элмана

Нейронная сеть прямого распространения содержит входной слой, скрытые слои, выходной слой. В нейронной сети прямого распространения все нейроны и входные блоки соединены с передним нейроном и не связаны с нейронами, которые, расположены в том же слое и в предыдущем [10]. Сети Элмана — периодически повторяющиеся сети, которые были предложены Элманом в 1990 г. [6]. Они похожи на сети прямого распространения, но они имеют обратную связь



в скрытых слоях. Схемы нейронных сетей прямого распространения и сетей Эльмана представлены на рисунке 1, который используется для прогнозирования [5].



**Рисунок 1. Структура нейронных сетей прямого распространения и сетей Эльмана**

Теоретически там будет много скрытых слоев, но практически обычно используется один скрытый слой [7] [8]. Количество единиц входного слоя будет равно размеру окна. Мы не можем сказать, сколько нейронов мы вкладываем в скрытый слой, потому что, чем больше скрытых нейронов, тем больше вычислений. Поэтому оптимальное количество скрытых нейронов будет отличаться для каждого набора данных.

В качестве функции активации обычно используется простая дифференцируемая нелинейная логистическая функция.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (1)$$

Если мы прогнозируем переменную, которая может принимать отрицательные значения, то лучше использовать гиперболический тангенс как функцию активации:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (2)$$

## 2. Обучение и тестирование нейронной сети

В обучении мы используем метод обратного распространения. Метод обратного распространения является одним из простейших и наиболее общих методов контролируемого обучения многослойных нейронных сетей [9]. Основной подход в обучении — это начать с неподготовленной сети, представить учебный образец во внутреннем слое, передать сигналы через сеть и определить выход в выходном слое. Здесь эти выходы сравниваются с целевыми значениями; любое отличие соответствует ошибке. Эта ошибка или критерий функции — это некоторая скалярная функция весов и сводится к минимуму, когда сетевые выходы соответствуют желаемым результатам.

Мы рассматриваем ошибку обучения в образце как сумму входных единиц квадрата разности между желаемым выходным  $t_k$  значением, заданным учителем, и фактической выходной  $z_k$ , также как мы имели в алгоритме наименьшего среднеквадратичного (LMS) для двухслойной сети.

$$J(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^c (t_k - z_k)^2 = \frac{1}{2} \|t - z\|^2 \quad (3)$$

Здесь  $t$  и  $z$  — целевой и сетевой выходной векторы с длинами  $c$  и  $w$ , представляющие все веса в сети.

Правило обучения обратного распространения основывается на градиентном спуске. Веса инициализируются случайными значениями, а затем они меняются в направлении, которое позволит снизить ошибку:

$$\Delta w = -\eta \frac{\partial J}{\partial w}, \quad (4)$$

где  $\eta$  — скорость обучения, и лишь указывает на относительную величину изменений в весах. Уравнение 4 довольно простое: они просто требуют, чтобы мы сделали шаг в весовом пространстве, что снижает функцию критерия. Как видно из уравнения 3, целевая функция может быть отрицательной; более того, скорость обучения гарантирует, что обучение остановится, за исключением патологических случаев. Этот повторяющийся алгоритм требует принятия весового вектора на итерации  $m$  и обновление его как

$$w(m+1) = w(m) + \Delta w(m). \quad (5)$$

где  $m$  индексирует частную модель представления.

Завершение обучающего алгоритма оптимизирует синоптические взвешенные соединения установить надежные отношения между входами и выходами. Во время этапа тестирования и проверки эти свободные параметры остаются неизменными, в то время как новые входы подаются в сети, чтобы произвести серию выходов. Эти выходы сравниваются с набором тестовых данных, соответствующих фактически полученным результатам. Если фактический выход отличается от заданного набора тестовых выходов больше порогового значения ошибки, то необходимо скорректировать обучение и заново подготовить нейронную сеть.

### 3. Эксперименты

Для эксперимента, у нас есть набор данных временных рядов, который дает почасовую информацию о высоте воды реки Лагун из Венеции. Этот набор данных содержит информацию о высоте воды в 1990—1995 годы по часам. Мы используем 85 % данных для обучения сети и 15 % данных для тестирования. В учебном процессе мы используем алгоритм метода обратного распространения Levenberg-Marquart. Результаты были получены с помощью библиотеки Neural Network Toolbox IDE MatLab. В MatLab есть специальные сети для прогнозирования временных рядов. К ним относятся: NARX (Нелинейная авторегрессия с внешним источником) сеть основанная на нейронной сети Эльмана, сеть NIO (Нелинейная ввода-вывода) на основе нейронной сети прямого распространения.

### 3.1. Прогнозирование результатов с сетью NARX.

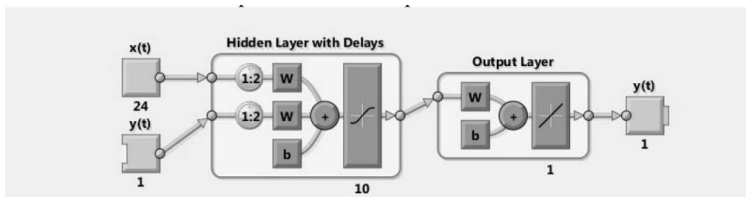


Рисунок 2. Структура сети NARX

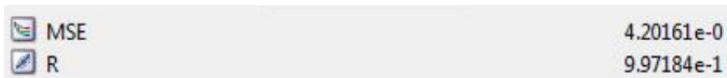


Рисунок 3. Средняя квадратичная ошибка

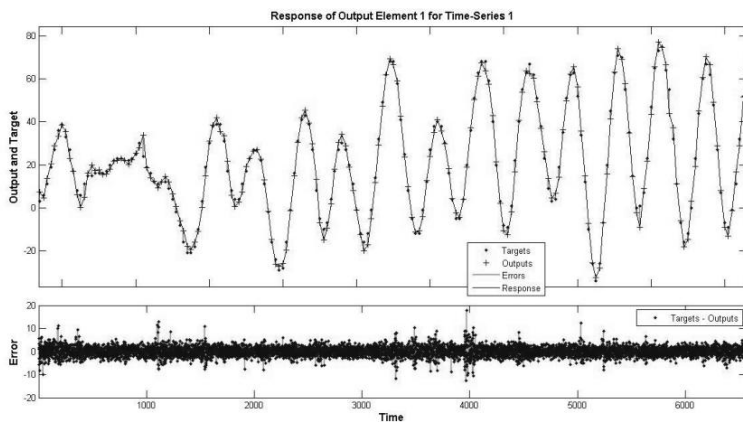


Рисунок 4. Результат тестирования

### 3.2. Прогнозирование результатов с НЮ сети.

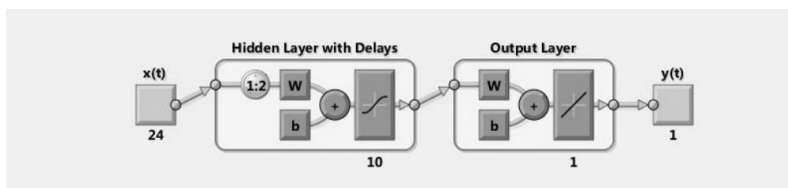


Рисунок 5. Структура сети НЮ

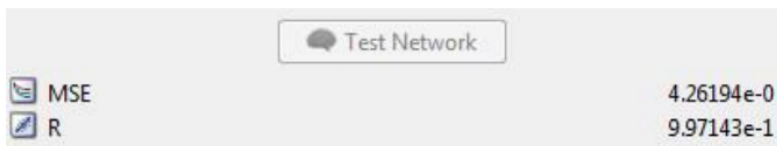


Рисунок 6. Средняя квадратичная ошибка

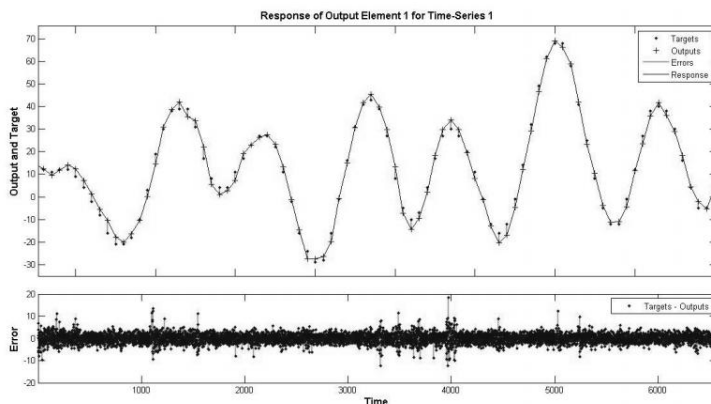


Рисунок 7. Результат тестирования

### 4. Заключение

Наше исследование показало, что нейронные сети прямого распространения и нейронные сети Эльмана хорошо применимы для прогнозирования временных рядов. Для обучения мы использовали алгоритм обратного распространения для нейронных сетей Levenberg-Marquart. Наши эксперименты показывают, что модель нейронной сети

NARX более эффективна, чем модель нейронной сети НЮ и, что процесс обучения также не занимает больше времени в модели нейронной сети NARX, чем в модели нейронной сети НЮ. В нашем эксперименте наборов данных мы используем только последние 15 % данных в тестировании. Такой подход помогает нам выбрать наилучшую структуру сети для задач прогнозирования.

### Список литературы:

1. Царегородцев В.Г., Взгляд на архитектуру и требования к нейроиммитатору для решения современных промышленных задач, Всероссийский семинар «Нейроинформатика и ее приложения», Красноярск 2003.
2. Царегородцев В.Г. Оптимизация предобработки данных для обучаемой нейросети: критерии оптимальности предобработки, Международная конференция по нейрокибернетике, Растов-н/Д., 2005.
3. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer Science +Business Media, LLC 2006 y.
4. Hanh H. Nguyen, Christine W. Chan. Multiple neural networks for a long term time series forecast. Neural Comput and Applic (2004) 13: 90—98.
5. Jeffery D. Martin, Yu T. Morton, Qihou Zhou. Neural network development for the forecasting of upper atmosphere parameter distributions. Advances in Space Research 36 (2005) 2480—2485 p. Expert Systems with Applications 39(2012) 4344—4357.
6. Liang Yongchun. Application of Elman Neural Network in Short-Term Load Forecasting. International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence 2010 y.
7. Mehdi Khashei, Mehdi Bijari. A new class of hybrid models for time series forecasting. Expert Systems with Applications 39(2012) 4344—4357.
8. Mehdi Khashei, Mehdi Bijari. An artificial neural network (p.d.q) model for timeseries forecasting. Expert Systems and Applications 37(2010) 479—499 p.
9. Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock Pattern Classification. John Wiley & Sons 2001 y.
10. Sven F. Crone, Stefan Lessmann and Swantje Pietsch. Forecasting with Computational Intelligence- an Evaluation of Support Vector Regression and Artificial Neural Networks for Time Series Prediction. International Joint Conference on Neural Networks, 2006 y.
11. Zaiyong Tang, Paul A. Fishwick. Feed-forward Neural Nets as Models for Time Series Forecasting. Department of Computer & Information Sciences, University of Florida.

## СЕКЦИЯ 2.

### МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

#### ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗЫ ПРИ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПРЕСС-ФОРМЫ

***Некрасов Никита Сергеевич***

*студент*

*Тольяттинского государственного университета,*

*РФ, г. Тольятти*

*E-mail: [nikitanekrasov123@yandex.ru](mailto:nikitanekrasov123@yandex.ru)*

***Логинов Николай Юрьевич***

*канд. техн. наук, доцент*

*Тольяттинского государственного университета,*

*РФ, г. Тольятти*

*E-mail: [loginovnik@mail.ru](mailto:loginovnik@mail.ru)*

***Зотов Алексей Викторович***

*ст. преподаватель*

*Тольяттинского государственного университета,*

*РФ, г. Тольятти*

*E-mail: [zottof@yandex.ru](mailto:zottof@yandex.ru)*

***Кузьмич Игорь Владимирович***

*канд. техн. наук, доцент*

*Тольяттинского государственного университета,*

*РФ, г. Тольятти*

*E-mail: [ivkltl@bk.ru](mailto:ivkltl@bk.ru)*

# DESIGN OPTIMIZATION OF AN END MILL FOR MOLD ROUGHING

*Nekrasov Nikita*

*student of Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

*Loginov Nikolay*

*candidate of Science, assistant professor of Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

*Zotov Alexey*

*Senior lecturer of Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

*Kuzmich Igor*

*candidate of Science, assistant professor of Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

## АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ распределения деформаций и напряжений, возникающих при обработке трех- и четырехзубой монолитными твердосплавными концевыми фрезами, на примере черновой обработки прямолинейного участка пресс-формы.

## ABSTRACT

In the article the strain and stress distributions during the treatment process by three- and four-tooth solid carbide end mills in the case of roughing the straight section of the mold are analyzed.

**Ключевые слова:** фрезерование; пресс-форма; деформация; напряжения.

**Keywords:** milling; press-form; deformation; voltage.

Сегодня фрезерование находит широкое применение на операциях механической обработки деталей в таких сферах промышленности как машиностроение, станкостроение, двигателестроение и авиастроение. Популярность данного метода объясняется возможностью обработки глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимоперпендикулярных плоскостей, а также универсальностью при обработке пресс-форм и пуансонов, дающей высокое качество



обрабатываемой поверхности (8—9 квалитеты) и низкую шероховатость (до Ra 2,5 мкм включительно). Сейчас можно наблюдать картину, при которой компании изготовители режущего инструмента, выводят на рынок концевые фрезы самых разнообразных форм и конструкций. В связи с широким распространением данного метода обработки, у инженера-технолога возникает вопрос о предпочтительности выбора той или иной конструкции концевой фрезы для использования в технологическом процессе.

Двумя ключевыми параметрами для инженера-технолога при выборе оптимальной конструкции концевой фрезы являются возникающие допустимые напряжения и относительная деформация (отгиб фрезы) при обработке заготовки. Важным условием при обработке является тот факт, что возникающие допустимые напряжения не должны превышать предел прочности на разрыв материала, в противном случае, происходит разрушение режущего инструмента. Предел прочности на разрыв материала индивидуален, поэтому, стоит уделить повышенное внимание инженеру-технологу при подборе нужного режущего инструмента.

Процесс фрезерования углового участка был рассмотрен ранее [1—3].

В данной работе представляется сравнительный анализ при обработке прямолинейного участка пресс-формы трёхзубой и четырёхзубой концевыми фрезами диаметром 10 мм из твёрдого сплава ВК6 ГОСТ 3882-74. Увеличение использования инструментов из твердых сплавов объясняется повышенной износостойкостью (жаропрочность, твёрдость и износостойкость твёрдых сплавов в разы выше, чем у быстрорежущих сталей). Так же использование твёрдых сплавов позволяет значительно увеличивать скорость резания, что приводит к повышению качества получаемой поверхности.

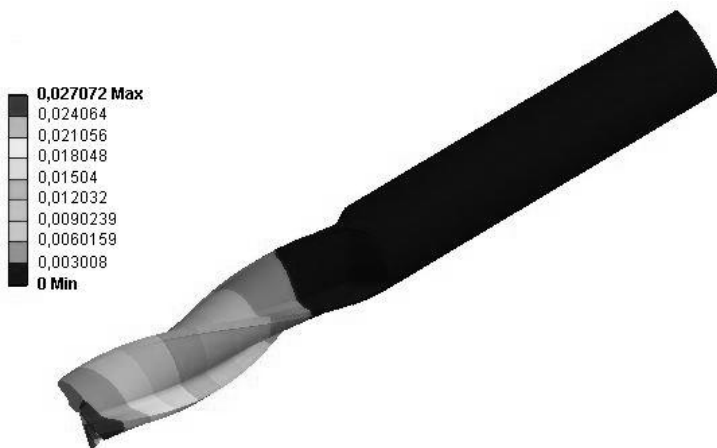
Конструкции трёхзубой и четырёхзубой концевых фрез являются наиболее распространёнными.

Выбор предпочтительной конструкции при сравнении трёхзубой и четырёхзубой фрез для обработки прямолинейного участка пресс-формы представляет практический интерес. Для решения этой задачи воспользуемся программой, реализующей расчет методом конечных элементов.

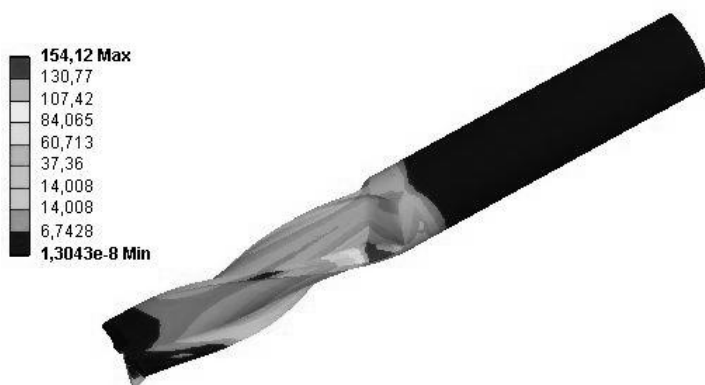
Параметрами обработки, которые были использованы, являлись припуск  $t = 1$  мм; глубина резания  $p = 10$  мм; распределённая нагрузка  $N = 14,3$  Н/мм<sup>2</sup>; плотность ВК6  $\rho = 14,8 \otimes 10^3$  кг/м<sup>3</sup> (г/см<sup>3</sup>); предел прочности при изгибе не менее 1550 Н/мм<sup>2</sup>; модуль Юнга  $E = 633$  ГПа; теплопроводность  $\lambda = 62,8$  Вт/м $\otimes$ С; коэффициент температурного

расширения —  $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ ; коэффициент Пуассона — 0,287; предел прочности на разрыв — 9 ГПа; предел текучести при сжатии — 7 ГПа; предел прочности при сжатии — 0,8 ГПа; температура окружающей среды  $T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ .

На рисунках 1 и 2 представлены соответственно деформации и напряжения, возникающие в результате приложения заданной нагрузки на трёхзубую фрезу.



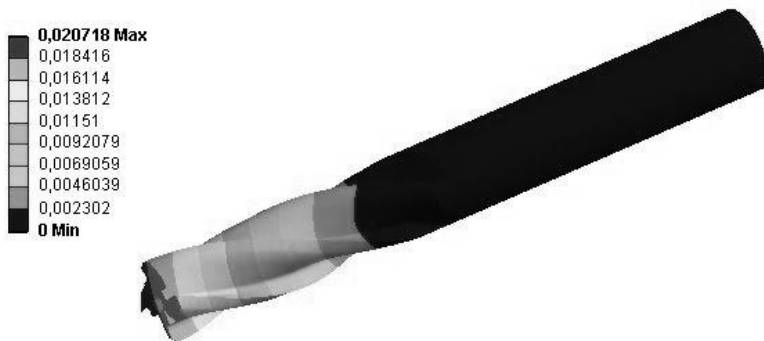
*Рисунок 1. Возникающая деформация при обработке трёхзубой фрезой*



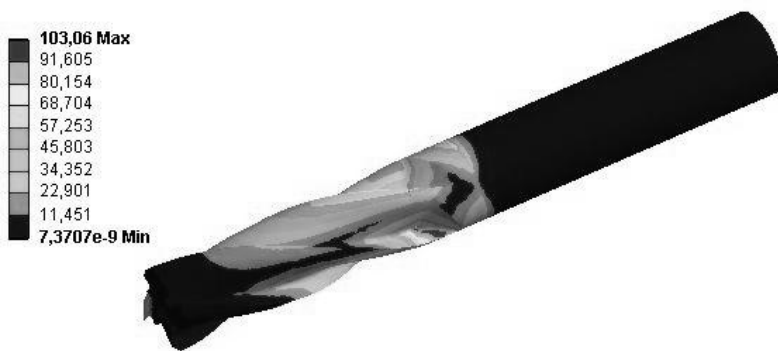
*Рисунок 2. Возникающие напряжения при обработке трёхзубой фрезой*

Как видно из рисунков, максимальный отгиб трёхзубой фрезы составил 0,027 мм, а возникающие при этом напряжения — 154,12 МПа, что гораздо меньше предела прочности на разрыв (более чем в 50 раз).

На рисунках 3 и 4 представлены соответственно деформации и напряжения, возникающие в результате приложения заданной такой же нагрузки на зуб четырёхзубой фрезы.



*Рисунок 3. Возникающая деформация при обработке четырёхзубой фрезой*



*Рисунок 4. Возникающие напряжения при обработке четырёхзубой фрезой*

Видно, что отгиб четырёхзубой фрезы составил 0,0207 мм, а возникающие напряжения — 103,06 МПа.

Для упрощения обработки данных моделирования на обеих фрезях была «нарезана» канавка равной глубины и профиля. Таким образом, несмотря на то, что зуб трёхзубой фрезы имеет большую толщину,

деформация данного инструмента выше, чем у четырехзубой фрезы на 24 %, и на 33 % выше напряжения, возникающие вследствие данных отгибов. То есть, более предпочтительным при фрезеровании прямолинейного участка пресс-формы концевыми фрезами из твердого сплава ВК6 является использование инструмента, имеющего четыре режущих зуба.

### **Список литературы:**

1. Логинов Н.Ю., Воронов Д.Ю. Фрезерование радиусных участков штампов концевыми фрезами // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития «2012». Выпуск 3. Том 7. Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. — С. 70—71.
2. Логинов Н.Ю. Твердосплавные фрезы для контурной обработки // Проблемы современного машиностроения. К 40-летию машиностроительного факультета/ Сборник статей под ред. А.В. Гордеева/ Тольятти: ТГУ, 2001. — С. 87—89.
3. Худякова О.Ю., Логинов Н.Ю. Уравнения Вольтера для анализа динамических систем // Прогрессивные техпроцессы в машиностроении/ Труды Всероссийской конференции с международным участием/ Тольятти: ТГУ, 2002. — С. 232—233.

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СУХОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

***Щипанов Анатолий Владимирович***

*канд. техн. наук, доцент  
Тольяттинского государственного университета,  
РФ, г. Тольятти  
E-mail: [AVSH07@yandex.ru](mailto:AVSH07@yandex.ru)*

# ASSESSMENT OF INFLUENCE OF DRY ELECTROSTATIC COOLING ON GEAR CUTTING TOOL WEAR

*Shchipanov Anatoliy*

*PhD, assistant professor of Togliatti State University,  
Russia, Togliatti*

## АННОТАЦИЯ

В статье оценена возможность применения сухого электростатического охлаждения при зубодолблении. Проведены исследования зависимости режима обработки на износ долбяка.

## ABSTRACT

In article possibility of application dry electrostatic cooling at gear shaping. Researches of influence of a cutting conditions on tool wear gear shaper cutter are conducted.

**Ключевые слова:** зубодолбление; сухое электростатическое охлаждение; режимы резания; износ режущего инструмента.

**Keywords:** gear shaping; dry electrostatic cooling; cutting conditions; tool wear.

Многочисленные исследования показали преимущества сухого резания, являющегося альтернативой обработке с использованием смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), вследствие высокой экологичности и экономически эффективности. Охлаждение зоны резания ионизированным воздухом является одним из наиболее перспективных направлений технологии металлообработки без СОЖ.

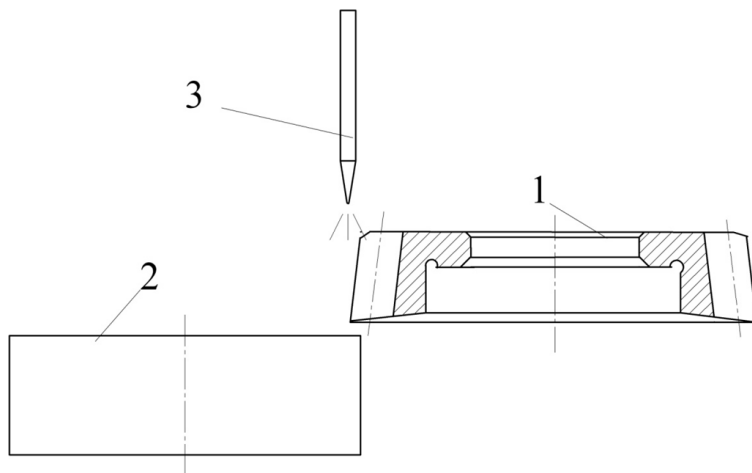
При точении с использованием метода сухого электростатического охлаждения (СЭО) заметно повышается стойкость режущего инструмента [1], снижаются силы резания [4], особенно эффективно СЭО в тех случаях обработки, когда применение СОЖ недопустимо [2]. Эти выводы говорят о перспективности СЭО и при других видах механической обработки, в частности зубодолблении. Таким образом, целью исследования является оценка влияния СЭО на характер износа режущего инструмента при нарезании зубчатых колес.

При зубодолблении на инструмент воздействует высокая термическая и механическая нагрузка. Основная масса металла срезается вершиной и входной боковой стороной профиля зуба долбяка, при этом вершина зуба снимает наиболее толстые срезы. Максимальная толщина среза снимается в момент входа вершинной кромок в заготовку. В результате возникает износ режущих кромок

инструмента. Механизм износа зависит от способа радиальной подачи. При ступенчатой радиальной подаче преобладает износ задней поверхности режущего инструмента. Для метода со спиральной радиальной подачей характерно образование лунки износа на передней поверхности долбяка. Именно при сухой обработке благодаря лунке износа достигается максимальная точность изготовления, так как режущая кромка остается стабильной до момента разлома фаски перед лункой, качество обрабатываемого изделия остается постоянным.

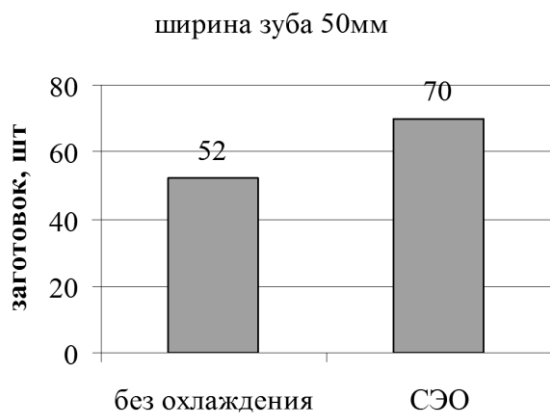
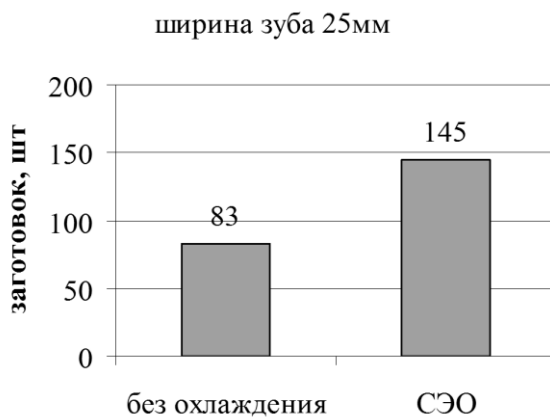
Эксперименты проводились при обработке заготовок из стали 12ХН2 шириной 25 и 50 мм, радиальная подача 0,03 мм/дв.ход долбяка, скорость резания 40 м/мин, на заготовке нарезалось 52 зуба на станке 5А140. Инструмент — долбяк по ГОСТ 10059-80 из стали Р6М5. Критерий затупления инструмента — износ по задней поверхности 0,2 мм. Обработка велась всухую и с использованием ионизированной среды.

При использовании СЭО на операциях зубодолбления (рис. 1) сопло-ионизатор крепится неподвижно со стороны задней поверхности. Расстояние от торца сопла до инструмента 5...10 мм. Режим работы установки СЭО выбирается по [3], давлением воздуха 0,4 МПа, диаметр сопла 4 мм, вылет иглы 0,8 мм.



**Рисунок 1. Наладка СЭО при зубодолблении: 1 — долбяк, 2 — заготовка, 3 — сопло**

Результаты стойкостных испытаний представлены на рис. 2.

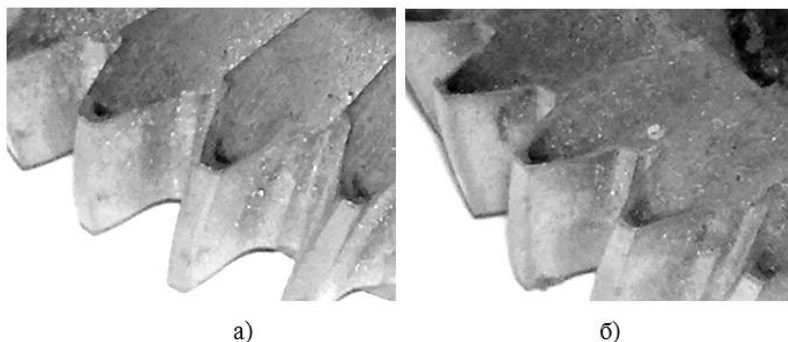


***Рисунок 2. Стойкость режущего инструмента в зависимости от вида обработки***

Как видно из диаграммы наибольшее повышение стойкости 42 % наблюдается при обработке заготовки шириной 25 мм. В меньшей степени (25 %) эффект СЭО выражен при обработке заготовки с шириной венца 50 мм. Это объясняется тем, что сопло находится дальше от зоны резания и эффект от электростатического охлаждения

ослабевает. Кроме различия величин стойкости при обработке всухую и с использованием СЭО отличается характер износа долбяка.

При обработке без охлаждения (рис. 3а) наибольшая величина износа наблюдалась на ребрах пересечения вершинной и боковых задних поверхностей. На выходной боковой стороне максимальный износ возникал возле вершины зуба, т.е. на участке режущего лезвия, снимающего срезы, толщина которых приближается к нулю. Износ на передней поверхности выражается лункой в непосредственной близости от режущей кромки. При использовании СЭО (рис. 3б) лунка износа на передней поверхности меньше и находится дальше от режущей кромки. Таким образом, снижается возможность разрушения фаски перед лункой износа и выхода из строя режущего инструмента.



***Рисунок 3. Изношенные зубья долбяка: а — обработка без охлаждения, б — обработка с СЭО***

Объяснить различия износа инструмента при обработке всухую и с СЭО можно при рассмотрении контактные процессы взаимодействия долбяка и заготовки. Участки бокового лезвия выходной стороны, примыкающие к вершине зуба, которые наиболее изношены при обработке всухую, снимают чрезвычайно тонкие срезы и зачастую идет не процесс резания, а процесс ППД. Соответственно, значительное влияние на износ инструмента оказывает характер трения между долбяком и заготовкой. В работе [5] указано, что при использовании СЭО происходит разупрочнение наиболее мягкого материала пары трения, кроме этого в работе [1] отмечено, что использование СЭО приводит к образованию окисных пленок на поверхностях заготовки и инструмента и как следствие снижению коэффициента трения и в результате снижению износа режущего инструмента.



В результате экспериментов видно, что СЭО эффективно при нарезании зубчатых колес долбяком. В результате его использования заметно повышается стойкость инструмента и снижается шероховатость.

### **Список литературы:**

1. Васькин К.Я. Повышение эффективности токарной обработки заготовок с износостойкими покрытиями путем сухого электростатического охлаждения: Дисс. ... канд. тех. наук: 05.03.01 Тольятти, 2005. — 218 с.
2. Васькин К.Я. Применение сухого электростатического охлаждения при точении заготовок с покрытиями. Сборник научных трудов Sworld. — 2013. — Т. 6. — № 4. — С. 91—94.
3. Васькин К.Я. Определение оптимальных параметров работы установки сухого электростатического охлаждения. Технические науки от теории к практике. — 2014. — № 31. — С. 22—26.
4. Васькин К.Я. Влияние ионизированного воздуха на силы резания при точении. Сборник научных трудов Sworld. — 2013. — Т. 6. — № 4. — С. 52—55.
5. Хрипунов Н.В. Трибологические аспекты процесса сухого электростатического охлаждения. Технические науки — от теории к практике. — 2014. — № 33. — С. 96—100.

### СЕКЦИЯ 3.

## ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

### ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ТОПЛИВА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СЕРНИСТОГО ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ

***Сажин Сергей Викторович***

*канд. техн. наук, доцент, доцент  
кафедры Судовых энергетических установок  
Одесской национальной морской академии,  
Украина, г. Одесса  
E-mail: [saginsergey@mail.ru](mailto:saginsergey@mail.ru)*

***Солодовников Валерий Григорьевич***

*старший преподаватель  
Одесской национальной морской академии,  
Украина, г. Одесса*

### USE OF ULTRASONIC TREATMENT TO REDUCE FUEL SULFUR ENGINE WEAR

***Sagin Sergii***

*candidate of Science, associate professor, assistant professor  
of marine power plants department of Odessa National Maritime Academy,  
Ukraine, Odessa*

***Solodovnikov Valerii***

*senior Lecturer of Odessa National Maritime Academy,  
Ukraine, Odessa*

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрен метод ультразвуковой обработки топлива, использующегося в судовых двигателях внутреннего сгорания. Предложена схема установки для проведения ультразвуковой обработки

топлива. Экспериментально определено снижение износа цилиндрических втулок и поршневых колец в случае использования топлива, предварительно прошедшего ультразвуковую обработку.

#### ABSTRACT

Considered the method of sonication fuel used in marine internal combustion engines. A scheme for the installation of fuel sonication. Experimentally determined reduced wear cylinder liners and piston rings in the case of fuel, the last pre-sonication.

**Ключевые слова:** топливо для судовых двигателей внутреннего сгорания; содержание серы в топливе; ультразвуковая обработка топлива; износ деталей двигателя.

**Keywords:** fuel for marine engines; sulfur content of the fuel; sonication of fuel; engine wear.

Ежегодно международные и национальные надзорные организации ужесточают требования к экологическим характеристикам тепловых двигателей и качеству используемого в них топлива. Так, например, Международная морская организация выдвигает специальные требования к морским сортам топлива относительно содержания в них серы. Согласно этим требованиям с 01 января 2011 г. максимальное содержание серы в топливе не должно превышать 3,5 % по массе. Кроме того, при работе тепловых двигателей в особых районах разрешается использовать топливо с содержанием серы 1,0 % по массе, а при работе в этих же районах с 01 января 2015 г. — не более 0,1 % [1].

Перевод тепловых двигателей, в частности двигателей внутреннего сгорания (ДВС), на топливо с низким содержанием серы способствует не только улучшению их экологических параметров работы, но и уменьшает износ цилиндропоршневой группы, а также снижает тепловую напряженность газотурбоагрегатов и выпускного тракта. Однако, не смотря на все преимущества использования топлив с низким содержанием серы, нефтеперерабатывающая промышленность продолжает выпускать, а морской и речной транспорт потреблять топлива с содержанием серы до 3,0 %. Данные сорта имеют принципиально меньшую стоимость, что с учетом объемов их потребления приобретает основополагающее значение. Поэтому в настоящее время все судовые ДВС (как главные, обеспечивающие движение судна, так и вспомогательные, выполняющие роль генераторов электрической энергии) эксплуатируются на сортах топлива с максимально допустимым содержанием серы.

В связи с этим актуальной остается задача повышения качества подготовки топлива перед его сжиганием в цилиндре с целью снижения сернистого износа деталей двигателя, а также снижению выбросов соединений серы в выпускных газах.

Снижение эмиссии окислов серы  $SO_x$  в выпускных газах осуществляется, как правило, с помощью использования скрубберной очистки. Широкого распространения на транспортных судах данный метод не получил, прежде всего из-за больших габаритов самих скрубберов; неизбежной дополнительной потери энергии с выпускными газами на преодоление дополнительного аэро- и гидродинамического сопротивления при прохождении скрубберов; а также ввиду необходимости сбора и накопления промывочной воды, что требует дополнительных грузовых объемов (танков или цистерн) в случае большой автономности работы судна и его энергетической установки. В применении к судовым ДВС этот метод используется для транспортных и пассажирских судов каботажного плавания, порты заходов которых могут обеспечить прием и дальнейшую утилизацию воды, использующейся в контурах скрубберной очистки. Кроме того, снижение эмиссии  $SO_x$  в выпускных газах способствует лишь улучшению экологических параметров ДВС и не влияет на техническое состояние деталей дизеля и протекание процесса сгорания топлива.

Решение задачи снижения сернистого износа деталей двигателей в настоящее время полностью выполнено для малооборотных дизелей, имеющих отдельную цилиндрическую систему смазывания. При этом остается лишь найти оптимальное соотношение между содержанием серы в топливе и содержанием щелочных присадок в масле. Судовые среднеоборотные дизели имеют общую циркуляционную систему смазывания, применение масел с повышенным содержанием щелочи в данном случае нецелесообразно как по экономическим причинам (в связи с их высокой стоимостью), так и ввиду их худших эксплуатационных параметров (в частности меньшей способности сопротивляться нормальным нагрузкам). Поэтому, для среднеоборотных двигателей единственным способом борьбы с последствием применения сернистого топлива является его дополнительная обработка перед подачей в цилиндр, способствующая как снижению сернистого износа, так и снижению эмиссии окислов серы в выпускных газах.

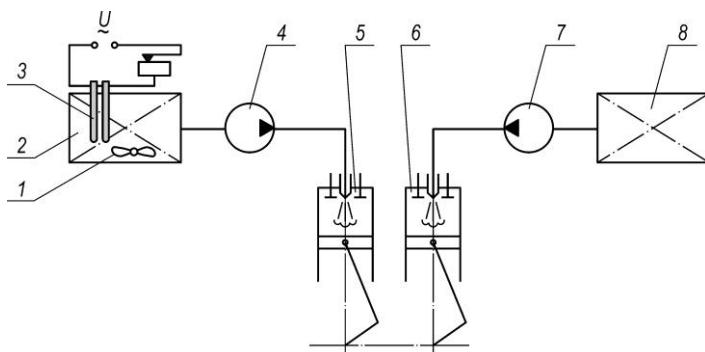
Данная задача решается с использованием следующих вариантов:

- химический метод — применение специальных присадок, способствующих интенсификации процесса сгорания и нейтрализующих действие серы;

- физические методы — использование дополнительной гидродинамической, магнитной, электродинамической и ультразвуковой обработки [2].

Обработка топлива с помощью ультразвука прежде всего способствует улучшению его дисперсных качеств, а явление кавитации, сопровождающее этот процесс, приводит к дополнительной активации углеводородных составляющих топлива [3].

Исследования по ультразвуковой обработке судовых топлив предварительно выполнялись в научной лаборатории Одесской национальной морской академии, а впоследствии на судах транспортного флота. Схема дооборудования штатной судовой топливной системы показана на рис. 1. Эксперимент проводился на двух однотипных двигателях Г74 фирмы «Русский дизель», имеющих номинальную мощностью 1150 кВт при частоте вращения коленчатого вала 500 об/мин. Двигатель 6 являлся контрольным» и эксплуатировался в «штатном» режиме, при этом топливо, пройдя стандартную процедуру подготовки, подавалось к нему насосом 7 из цистерны 8. Двигатель 5 являлся «экспериментальным». Топливо к нему подавалось насосом 4 из цистерны 2, в которой топливо подвергалось воздействию ультразвуковых волн с помощью генератора УЗДН-1УЧ2 с магнитострикционными излучателями в диапазоне частот 15...35 кГц. Выбор ультразвукового метода обусловлен более высоким энергетическим уровнем кавитации по сравнению с другими физическими методами обработки, а также достаточно простыми технологическими приемами получения акустической энергии.



**Рисунок 1. Схема дооборудования системы подачи топлива к двигателю (фрагмент): 1 — смеситель лопаточного типа; 2, 8 — топливные цистерны; 3 — ультразвуковая установка; 4, 7 — топливные насосы; 5, 6 — двигатели**

Ультразвуковая установка 3 эксплуатировалась в режиме  $I = 0,4$  А и применения магнитострикционного излучателя в 22 кГц. Данные величины были определены в предыдущих лабораторных исследованиях и обеспечивали наилучшие дисперсные показатели топлива. В топливной цистерне 2, в которой происходила ультразвуковая обработка топлива, дополнительно устанавливался лопаточный смеситель 1, что обеспечивало однородность топлива во всем объеме.

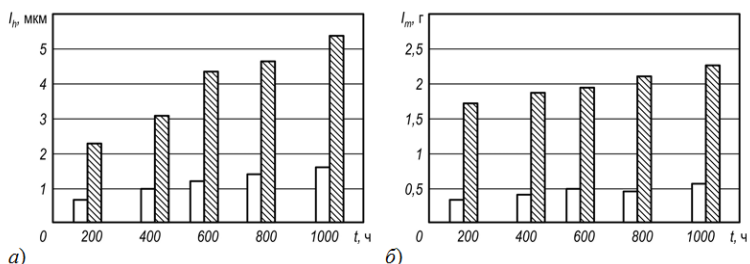
Исследования выполнялись для нового комплекта поршень — поршневые кольца — втулка для всех цилиндров. Кроме того, перед началом экспериментов для обоих двигателей производился контроль и регулирование топливной аппаратуры. На топливных насосах высокого давления устанавливались новые плунжерные пары, а сами топливные насосы регулировались на одинаковый угол опережения подачи топлива. Форсунки двигателей настраивались на одинаковые давления подъема иглы и заменялись на всех цилиндрах одновременно. Разница во времени работы двигателей, а также в эксплуатационных нагрузках на двигатели не превышала 4 %, учитывая энергоемкость объектов названные параметры можно считать идентичными. Эксплуатация двигателей проводилась на одном и том же сорте топлива. При этом средства автоматического контроля поддерживали вязкость топлива неизменной в течении всего эксперимента. Также идентичными поддерживался сорт циркуляционного масла, обеспечивающего режимы смазывания, и его эксплуатационные характеристики. Данные мероприятия позволили считать, что выполнение эксперимента проходит в одинаковых условиях.

Задачей исследования было определение износа цилиндрических втулок и верхнего поршневого кольца для «стандартного» топлива, и топлива, подвергнутого дополнительной обработке с помощью ультразвуковых волн.

Для повышения точности и достоверности измерений, определение износа цилиндрических втулок производилось методом искусственных баз и методом обмера индикатором (с точностью 0,01 мм/м). Износ цилиндрических втулок производился в районе верхнего поршневого кольца, как места, наиболее подвергающегося сернистому износу и сернистой коррозии. Износ поршневых колец измерялся методом искусственных баз и с помощью взвешивания на электронных весах. Отклонения в определении износа разными методами (как цилиндрических втулок, так и поршневых колец) не превышали 7 %, что подтверждает их корректность. Измерения износа проводилось для двух крайних цилиндров, которые, как известно, более чем другие (центральные цилиндры) подвержены этому явлению. Полученные при этом значения усреднялись. Кроме

того, исследование только двух цилиндров существенно сокращало время монтажных работ, которое ограничивалось условиями эксплуатации. По этим же причинам исследования выполнялись после 190, 420, 560, 780 и 1020 часов работы двигателей. Результаты измерения износа цилиндрических втулок и поршневых колец приведены на рис. 2.

Анализ приведенных данных позволяет однозначно утверждать о принципиальном снижении износа как цилиндрических втулок, так и поршневых колец при использовании топлива, прошедшего предварительную ультразвуковую обработку. Также необходимо отметить более быстрое время достижения значений постоянного износа, которое, как известно, носит экспоненциальный характер. Кроме того, использование топлива, дополнительно прошедшего ультразвуковую обработку способствует улучшению технического состояния деталей цилиндропоршневой группы двигателя и его газовойпускной системы. Так при этом существенно уменьшается количество нагара на названных поверхностях нагрева, а также изменяется его структура (отложения нагара становятся более мягкими, что должно способствовать снижению абразивного износа, тепловой напряженности и механических потерь).



**Рисунок 2. Износ цилиндрических втулок (а) и поршневых колец (б) судового ДВС Г74 при работе на «чистом» топливе (штрихованные) и топливе, предварительно прошедшем ультразвуковую подготовку (пустые)**

Параллельно с измерением износа проводилось измерение эмиссии  $SO_x$  в выпускных газах, которые показали ее 18-ти процентное снижение в случае дополнительной обработки топлива ультразвуком.

Таким образом из приведенных результатов можно сделать следующие выводы:

- одним из методов снижения сернистого износа деталей цилиндропоршневой группы является предварительная ультразвуковая обработка топлива;
- применение данного метода способствует снижению линейного износа цилиндровой втулки на 67 % и массового износа верхнего поршневого кольца на 72 %;
- также при этом улучшаются экологические параметры работы двигателя и снижается его тепловая напряженность.

### **Список литературы:**

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ). СПб.: ЦНИИМФ, 2009. — 304 с.
2. Рождественский В.В. Кавитация. Л.: Судостроение, 1977. — 248 с.
3. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок: учеб. Для вузов / С.В. Камкин, И.В. Возницкий, В.Ф. Большаков и др. М.: Транспорт, 1996. — 432 с.



## СЕКЦИЯ 4.

### ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

#### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТА ГОРОДСКОГО АВТОБУСА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

*Аринушкин Федор Петрович*

*магистрант Нижегородского государственного  
технического университета,*

*РФ, г. Нижний Новгород*

*E-mail: [arinushkin.fedor@bk.ru](mailto:arinushkin.fedor@bk.ru)*

*Корчажкин Михаил Георгиевич*

*канд. техн. наук, доцент Нижегородского государственного  
технического университета,*

*РФ, г. Нижний Новгород*

*E-mail: [kormg@list.ru](mailto:kormg@list.ru)*

#### ASSESSMENT OF INFLUENCE OF THE ROUTE TRAFFIC CONDITIONS OF THE CITY BUS ON OPERATIONAL INDICATORS

*Arinushkin Fedor*

*magistrant of Nizhniy Novgorod State Technical University,  
Russia, Nizhniy Novgorod*

*Korchazhkin Mikhail*

*candidate of Science, assistant professor of Nizhniy Novgorod State  
Technical University,  
Russia, Nizhniy Novgorod*

#### АННОТАЦИЯ

Одним из факторов технической эксплуатации автобусов является наличие различных изменений рельефа местности на маршруте. Для установления влияния значительных подъемов на расход

эксплуатационных материалов и шин необходимо введение корректирующего коэффициента. При учете влияния наличия подъемов на маршруте следования городского автобуса на показатели технической эксплуатации необходимо получить методику расчета корректирующего коэффициента. Использование полученного коэффициента позволит автотранспортным предприятиям оптимизировать эксплуатационные затраты путем корректирования норм расхода.

#### ABSTRACT

One of factors of technical operation of buses is existence of various changes of a land relief on a route. Establishment of influence of considerable liftings on an expense of operational materials and tires requires introduction of the correcting coefficient. At taking note of existence of liftings on a route of the city bus on indicators of technical operation it is necessary to receive a method of calculation of the correcting coefficient considering this factor. Use of the received coefficient will allow the motor transportation enterprises to optimize operational expenses by a correcting of consumption rates.

**Ключевые слова:** городской автобус; эксплуатационный показатель; маршрут; подъем; ресурс; расход; норматив; технические жидкости; автомобильные шины; корректирующий коэффициент.

**Keywords:** city bus; operational indicator; route; lifting; resource; expense; standard; technical liquids; car tires; the correcting coefficient.

При работе автобусов на маршрутах общего пользования на основные показатели технической эксплуатации влияет большое количество различных факторов. Из общего числа данных факторов особо необходимо выделить наличие различных изменений рельефа местности на маршруте. Данная особенность маршрутов сказывается на эксплуатационных показателях — расход топлива, расход масла на угар, интенсивность износа основных узлов, шин и т. д. [2]. Это указывает на необходимость корректирования периодичности технических воздействий при эксплуатации автомобилей на маршрутах с подъемами, что было сделано в проведенных ранее исследованиях [1]. Кроме того, необходимо учесть этот факт при анализе ресурса шин на конкретном маршруте следования автобуса.

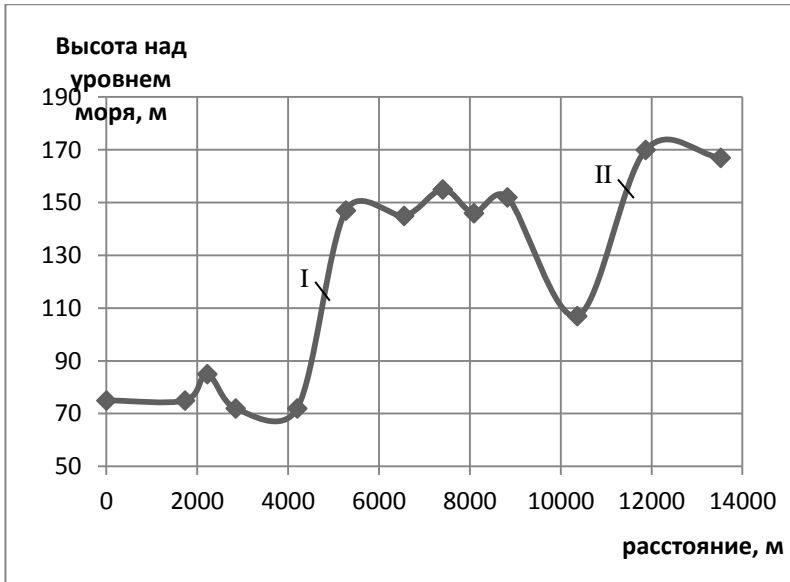
Для установления влияния значительных подъемов на расход эксплуатационных материалов и шин необходимо введение корректирующего коэффициента. Данный коэффициент должен учитывать зависимость, общую для расчета расхода топлива, поэтому станет возможным ввести данный коэффициент во все формулы расчета расхода топлива, масла, шин и др. Причем, коэффициент должен учитывать

не только влияние подъемов на расход топлива, но и влияние спусков для объективной оценки суммарного расхода. Так как при движении автобуса на спуск во время торможения шины испытывают значительные нагрузки.

Анализ эксплуатационных затрат городских автобусов показывает, что они отражают влияние эффективности всех подсистем технической эксплуатации автомобилей (производственно-технической базы, системы и организации технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава, системы снабжения и резервирования, подвижного состава, условий эксплуатации и персонал). Общеизвестно, что шины по затратам в общей системе материально-технического обеспечения занимают третье место (после топлива и запчастей) и составляют 7—10 %, а в статье себестоимости перевозок — 2—4 % [6]. Исследованиями МАДИ (ГТУ) установлено, что условия эксплуатации и тип существенно влияют на целый ряд технико- эксплуатационных показателей работы автобусов, в частности, расход топлива, ресурс шин, потери линейного времени, напряженность труда водителей, выбросы вредных веществ в отработавших газах и т. д.

Для конкретных условий эксплуатации автомобилей корректирование производится с помощью корректирующих коэффициентов  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ ,  $k_4$ ,  $k_5$  [5]. Предложенный коэффициент встанет в один ряд с известными и будет иметь широкое применение при корректировке всех основных нормативов в зависимости от наличия на маршруте подъемов и от их числа [4].

Одним из примеров маршрута с подъемами является автобусный маршрут, соединяющий заречную и нагорную части Нижнего Новгорода [3]. По результатам анализа маршрутной сети и геодезической карты Н. Новгорода, а также сбора данных по протяженности была построена эпюра маршрута движения автобусов (рис. 1).



**Рисунок 1. Эпюра маршрута движения городского автобуса в Н. Новгороде**

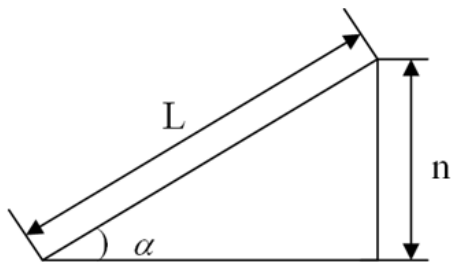
На данной эпюре приведен типичный маршрут, соединяющий разные части города. Полученная эпюра позволяет выделить участки маршрута движения автобуса, где наибольший перепад высот. На этих отрезках автобус преодолевает значительные подъемы, испытывая повышенные нагрузки. На построенной эпюре таких участков два — Зеленский съезд (I) и «Ракатное шоссе» (II).

При учете влияния наличия подъемов на маршруте следования городского автобуса на показатели технической эксплуатации необходимо получить методику расчета корректирующего коэффициента, учитывающего данный фактор. Причем в коэффициент необходимо заложить не только влияние подъемов на маршруте, но и спусков, так как влияние каждого из видов рельефа неоднозначно.

Для расчета необходимого коэффициента прежде всего необходимо знать:

- количество подъемов на маршруте;
- величину угла подъема, которую можно определить, зная высоту подъема ( $n$ ), и продолжительность подъема ( $L$ ).

Определяющей величиной будет являться  $\sin$  величины угла подъема:  $\sin \alpha_i$  (рис. 2).



*Рисунок 2. К определению коэффициента  $K_1'$*

Но так, как на маршруте подъем не один, а несколько, то вводится усредненная величина  $\sum_{i=1}^n \sin \alpha$ , которая определяется

как отношение высоты подъема к его продолжительности:  $\sin \alpha_i = \frac{h_i}{L_i}$

Таким образом, формула для расчета необходимого коэффициента будет иметь вид:

$$K_1' = 0,95 + \sum_{i=1}^n \frac{\sin \alpha_i}{n}, \quad 1)$$

где: 0,95 — коэффициент, учитывающий снижение расхода топлива при движении на спуске;

$n$  — количество подъемов на маршруте;

$\alpha_i$  — величина угла подъема.

При помощи полученного коэффициента стало возможным объективное корректирование расхода топлива автомобилей, работающих на маршрутах со значительными подъемами, а также расход моторного масла и технических жидкостей. Найденный коэффициент учитывает зависимость, общую для расчета расхода топлива, поэтому стало

возможным ввести данный коэффициент во все формулы расчета расхода топлива, масла, шин и др.

Использование полученного коэффициента позволяет автотранспортным предприятиям, обслуживающим маршруты с подъемами, оптимизировать затраты на горюче-смазочные материалы и шины путем корректирования их норм расхода. Также коэффициент поможет оценить влияние подъемов на ресурс шин при работе автобусов на различных маршрутах.

Однако, непосредственно на ресурс шин городских автобусов также оказывает влияние целый ряд факторов от скорости движения и коэффициента использования до количества и радиуса поворотов и протяженности маршрута. Все факторы, влияющие на эксплуатационные показатели должны быть отражены и учтены при корректировании показателей технической эксплуатации городских автобусов.

### **Список литературы:**

1. Корчажкин М.Г. Повышение эксплуатационной надежности двигателей городских автобусов, работающих на режимах высоких тепловых нагрузок: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2005 — 185 с.
2. Корчажкин М.Г., Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов: Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева — № 4 (97), — 2012 — с. 168—174.
3. Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д. Проблемы надежности трансмиссий городских автобусов: Автотранспортное предприятие — № 8, — 2013 — с. 39-42.
4. Кузьмин Н.А., Кустиков А.Д., Ясенов В.В. Особенности работы механических коробок передач городских автобусов при эксплуатации на маршрутах с подъемами: Автотранспортное предприятие, — № 4, — 2014 — с. 37—39.
5. Кузьмин Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учебное пособие, М.: Форум, 2011 — 207 с.
6. Сидельников Г.В. Разработка методики нормирования маршрутного ресурса шин городских автобусов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2009 — 157 с.

**ТЕРМИНАЛ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ  
НА БАЗЕ МОБИЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ  
IRIDIUM**

***Ерёмин Денис Иванович***

*заведующий лабораторией системных исследований космической  
деятельности, ДТОО «Институт космической техники и технологий»,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
E-mail: [denis.e@bk.ru](mailto:denis.e@bk.ru)*

***Торчик Владимир Васильевич***

*старший научный сотрудник,  
ДТОО «Институт космической техники и технологий»,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
E-mail: [vtorchik@mail.ru](mailto:vtorchik@mail.ru)*

**DATA COLLECTION AND TRANSMISSION TERMINAL  
BASED ON IRIDIUM MOBILE SATELLITE  
COMMUNICATION**

***Eryomin Denis***

*head of laboratory of system researches of space activity,  
AALR «Institute of space technique and technology»,  
Republic of Kazakhstan, Almaty*

***Torchik Vladimir***

*senior researcher  
AALR «Institute of space technique and technology»,  
Republic of Kazakhstan, Almaty*

**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются предварительные технические решения по разработке терминала сбора и передачи данных с применением низкоорбитальной космической связи Iridium. Рассмотрены наиболее применяемые протоколы передачи данных Iridium. Сделаны выводы о направлении использования рассмотренного оборудования и протокола передачи данных.

## ABSTRACT

This article discusses preliminary technical solutions for the development of the terminal data collection and transmission with the use of low-orbit space communications Iridium. Considered the most used communication protocols Iridium. Conclusions about the direction of the considered use of the equipment and data transmission protocol.

**Ключевые слова:** спутниковая связь; Иридиум; передача данных; мониторинг; протокол.

**Keywords:** satellite communication; Iridium; Data transmitting; monitoring; protocol.

В Институте космической техники и технологий продолжается разработка Унифицированной системы передачи данных на базе мобильной космической связи и спутниковой навигации. Унифицированная система передачи данных (далее УСПД) представляет собой комплекс оборудования сбора и передачи данных, а также программное обеспечение центра контроля и мониторинга, выполняющее функции сбора, предварительной обработки и анализа полученных данных. Сфера применения системы простирается от периодического сбора данных из удаленных мест размещения станций до мониторинга различных видов транспорта и подвижных объектов в режиме реального времени.

Отличительной особенностью и конкурентным преимуществом УСПД в сравнении с другими подобными системами является поддержка возможности передачи данных с использованием систем подвижной спутниковой связи. В настоящее время в УСПД реализована поддержка работы с такими системами подвижной спутниковой связи, как Orbscomm, Globalstar, Inmarsat. Использование приведенных систем связи характеризуется определенными особенностями функционирования, что обуславливает направление их применения. Так, например использование спутникового модема GSP 1620 системы Globalstar позволяет устанавливать спутниковое коммутируемое Интернет-соединение и передавать данные по протоколам стека TCP/IP, в то время как использование системы Orbscomm ограничено возможностями передачи коротких текстовых сообщений. Эффективность использования УСПД на базе той или иной системы спутниковой связи складывается из множества условий, таких как скорость доставки данных, стоимость передачи информации, энергопотребление и габариты оборудования для спутниковой передачи данных. Наряду со спутниковыми системами связи УСПД полноценно поддерживает работу в сетях мобильной связи стандарта GSM поколений 2,5G и 3G.



В настоящее время ведется разработка УСПД на базе мобильной космической связи Iridium. Рассмотрим основные характеристики и возможности спутниковой системы Iridium.

В первую очередь, следует заметить, что Iridium — единственная низкоорбитальная спутниковая система, охватывающая сигналами спутников 100 % поверхности Земного шара, включая приполярные области и полюсы. Это достигается с использованием большого количества космических аппаратов (66 основных и 6 резервных) в составе космического сегмента системы. Структура системы позволяет осуществлять связь абонентов, находящихся в зоне обслуживания разных спутников, без приземления сигнала на земную станцию за счет организации межспутниковой связи в космическом пространстве. Эта особенность позволяет минимизировать задержки сигнала.

Изначально система проектировалась для оказания услуг голосовой связи частным пользователям. Но исторически сложилось так, что система «пережила» банкротство компании, смену владельца и ряд других изменений. В итоге спутниковая система была переориентирована на широкий круг потребителей, преимущественно на корпоративных клиентов, для чего спектр услуг, предоставляемых системой, был значительно расширен. На сегодня с использованием системы спутниковой связи Iridium успешно решается ряд задач в различных сферах деятельности. Приведем основные сервисы Iridium [2, 4].

OpenPort — высокоскоростная передача данных и голоса. Услуга разработана специально для кораблей и судов. Обеспечивает надежную телефонную связь при подключении одновременно до трех телефонных аппаратов. Скорость передачи данных достигает 128 кбит/с.

Burst — данная услуга позволяет отправлять сообщения и данные множеству абонентских устройств одновременно. Причем отправитель имеет возможность выбрать из списка контактов тех получателей, которым адресуются сообщения, а также указать географическое расположение группы получателей или координаты места.

SMS (Short Message Service) — услуга передачи коротких текстовых сообщений. Сообщение будет доставлено получателю, даже если в момент отправки абонентский терминал получателя был отключен. При включении устройства сообщения придут автоматически.

RUDICS (Router-Based Unrestricted Digital Interworking Connectivity Solution) — услуга позволяет осуществлять передачу данных с коммутацией каналов от множества разнесенных устройств. Устанавливается Dial-Up соединение от оконечного устройства Iridium со шлюзом системы. Сервер RUDICS устанавливает канал связи

с сервером системы пользователя и организует сквозное IP-соединение между абонентским устройством и системой.

Netted Iridium — совмещает возможности местоопределения и передачу голоса в режиме Push-to-Talk. Обеспечивает установление голосового соединения менее чем за 2 секунды в полудуплексном режиме на предопределенных абонентов, включенных в сеть. Основное применение данный вид услуги находит у военных. Однако компания возлагает надежды на развитие данного сервиса в гражданском применении.

SBD (Short Burst Data) — сервис передачи небольших пакетов данных. Отличается оперативностью доставки — в среднем 5 секунд. Применяется в различных M2M-приложениях для мониторинга кораблей, автотранспорта, поездов и т.д. Компания производит линейку оборудования в виде OEM-решений для интеграции в системы конечного потребителя. Данная услуга предоставляет возможность отправки пакетов данных минимальным размером 10 байт и максимальным размером 1960 байт. Предусмотрены различные тарифные планы, включая предоплату трафика. OEM-модули для работы с протоколом SBD обладают превосходными техническими характеристиками, малым энергопотреблением, высокой устойчивостью к внешним воздействиям, универсальностью реализации и подключения. Для целей использования системы Iridium в УСПД наиболее подходит протокол SBD.

Был приобретен спутниковый модуль Iridium SBD 9602 (рисунок 1), обладающий характеристиками, представленными в таблице 1.

*Таблица 1.*

### **Характеристики спутникового модуля Iridium SBD 9602**

<b>Характеристика</b>	<b>Значение</b>
Зона покрытия:	Глобальная
Радиочастотный интерфейс:	Диапазон частот: 1616 — 1626.5 МГц; Метод мультиплексирования: TDMA/FDMA.
Поддерживаемые функции:	Передача данных пакетами небольшого размера
Поддерживаемые Iridium сервисы:	Short Burst Data (SBD)
Размер сообщения на передачу:	до 340 байт
Интерфейс	20-ти контактный разъем

Характеристика	Значение
Возможность подключения внешней антенны:	MMCX female (Iridium); MMCX female (GPS)
Управление	AT команды
Диапазон температур эксплуатации	- 40 °C — +85 °C
Габаритные размеры (В x Ш x Д) мм	13 x 45 x 41
Вес нетто, гр.	30



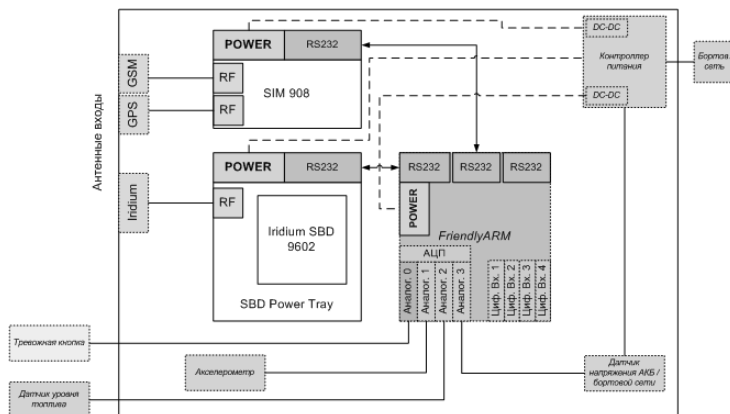
***Рисунок 1. Спутниковый модуль Iridium SBD 9602***

Для отработки основных приемов и изучения особенностей работы данного спутникового модуля производитель также предлагает отладочную плату Iridium SBD 9602 Power Tray, на которой имеются все необходимые стандартные интерфейсные разъемы для того, чтобы задействовать спутниковый модуль: разъем питания, RS-232, антенный разъем.



***Рисунок 2. Отладочная плата Iridium SBD 9602 Power Tray***

Была разработана структура терминала для целей мониторинга автотранспорта, включающая основные компоненты.



**Рисунок 3. Структура терминала УСПД на базе Iridium**

В данной схеме спутниковый модуль Iridium SBD 9602 обеспечивает резервный канал связи в местах отсутствия сигналов сети GSM. Исходя из режимов работы протокола SBD, становится ясно, что его применение не позволяет организовать передачу данных в режиме реального времени. Тем не менее, данный протокол подходит для периодической передачи данных о местоположении транспортного средства и состоянии основных датчиков или другой информации. Кроме того, данная схема отлично сочетается с реализацией запросного режима мониторинга. Так, например, при отсутствии сигнала сети GSM терминал может передавать данные посредством спутниковой сети Iridium по запросу оператора, что позволяет снизить эксплуатационные расходы на передачу данных.

Протокол SBD позволяет осуществлять доставку сообщений на IP-сокет или e-mail адрес получателя [5]. В УСПД реализована доставка сообщений на e-mail адрес, откуда сервер приложений центра контроля и мониторинга получает переданные терминалом сообщения. Сообщения со спутникового модуля передаются на спутники Iridium, откуда приземляются на станции сопряжения и Интернет шлюзы оператора связи. Подключение к сети спутниковых модулей и взимание платы за передачу данных осуществляется на основании договорных

отношений с компаниями-партнерами, являющимися региональными представителями Iridium в разных частях мира. В частности, спутниковый модем Института космической техники и технологий активирован в сети и введен в работу в содействии с израильским партнером — компанией Gilat Satcom.

Предлагаемая конфигурация терминала может быть легко адаптирована для решения задач телеметрии и мониторинга удаленных объектов. Для этого лучшим решением является разработка унифицированных функциональных блоков (вычислитель, приемо-передающее устройство, устройство ввода данных — датчик), комбинация которых позволит решать определенные задачи. Так в Институте разработаны предварительные технические решения для организации мониторинга уровня воды в водоемах с применением терминалов Iridium (рисунок 4). Данное решение может найти применение для мониторинга высокогорных мореных озер, которых в Казахстане насчитывается более 100 [1].



*Рисунок 4. Станция мониторинга уровня воды в водоеме*

Дальнейшее развитие услуг компании Iridium планируется с обновлением спутниковой группировки на спутники следующего второго поколения — Iridium NEXT [3]. Над данной трансформацией спутниковой системы трудятся порядка 30 иностранных компаний-лидеров мировой индустрии.

Технические особенности функционирования спутникового модуля Iridium SBD 9602 в составе терминала сбора и передачи данных будут рассмотрены в последующих статьях. Использование Iridium в УСПД позволит отработать основные приемы работы с данной спутниковой системой и разрабатывать устройства для телеметрии в самых различных отраслях деятельности.

### **Список литературы:**

1. Ледниковые озера Джунгарского Алатау признаны потенциально опасными // Zakon.kz. — 2013. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.zakon.kz/4566680-lednikovye-ozera-dzhungarskogo-alatau.html> (дата обращения: 03.06.2014).
2. Услуги передачи данных компании Iridium. Белая книга [Электронный ресурс] // Iridium Satellite LLC. — 2006. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://iridium.steccom.ru/wp-content/uploads/2012/09/Iridium-Data-Services-White-Paper-11.1.2\\_RU.pdf](http://iridium.steccom.ru/wp-content/uploads/2012/09/Iridium-Data-Services-White-Paper-11.1.2_RU.pdf) (дата обращения: 03.06.2014).
3. Iridium NEXT Satellite Constellation – Coming to a Launch Pad Near You [Электронный ресурс] // Iridium Communications Inc. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.iridium360.com/2014/05/20/iridium-next-satellite-constellation-coming-to-a-launch-pad-near-you> (дата обращения: 03.06.2014).
4. Iridium Products [Электронный ресурс] // Iridium Communications Inc. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://iridium.com/Products.aspx> (дата обращения: 03.06.2014).
5. Iridium SBD [Электронный ресурс] // Iridium Communications Inc. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.iridium.com/products/IridiumSBD.aspx?productCategoryId=9> (дата обращения: 03.06.2014).

## СЕКЦИЯ 5.

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

#### СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ГЕОНИКИ

***Дегтев Юрий Васильевич***

*аспирант, кафедра Строительного материаловедения,  
изделий и конструкций, Белгородский государственный  
технологический университет им. В.Г. Шухова,  
РФ, г. Белгород*

*E-mail: [degtev-yuriy@mail.ru](mailto:degtev-yuriy@mail.ru)*

***Фролова Мария Аркадьевна***

*канд. техн. наук, доцент, Северный (Арктический)  
федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
РФ, г. Архангельск*

***Левченко Анастасия Анатольевна***

*аспирант, кафедра Строительного материаловедения,  
изделий и конструкций, Белгородский государственный  
технологический университет им. В.Г. Шухова,  
РФ, г. Белгород*

***Попов Максим Александрович***

*аспирант, кафедра Строительного материаловедения,  
изделий и конструкций, Белгородский государственный  
технологический университет им. В.Г. Шухова,  
РФ, г. Белгород*

## BUILDING MATERIALS FOR ARCHITECTURAL GEONIC

***Yuri Degtev***

*graduate student, Belgorod Shukhov State Technological University,  
Russia, Belgorod*

***Maria Frolova***

*candidate of technical Sciences, associate Professor Northern (Arctic)  
Federal University the name of M. of Century Lomonosov,  
Russia, Arkhangelsk*

***Anastasiya Levchenko***

*graduate student, Belgorod Shukhov State Technological University,  
Russia, Belgorod*

***Maxim Popov***

*graduate student, Belgorod Shukhov State Technological University,  
Russia, Belgorod*

### АННОТАЦИЯ

Среда, организованная архитектурой, ненавязчиво, но постоянно воздействует на эмоции, сознание и поведение человека. Одним из перспективных направлений разнообразия городской архитектуры является архитектурная геоника, которая в настоящее время очень актуально для получения малых архитектурных форм.

### ABSTRACT

Wednesday, organized architecture, unobtrusively, but constantly acts on the emotions, consciousness and human behavior. One of perspective directions the diversity of urban architecture is the architectural geonika, which at present time very actualfor of obtaining the small architectural forms.

**Ключевые слова:** архитектурная геоника; малые архитектурные формы; «Человек-материал-среда обитания»; комфортность жизни.

**Keywords:** architectural geonik; small architectural forms; "the Person-material-Wednesday of habitation"; comfort of life.

Критическое состояние в развитии многих стран, спад технико-экономических показателей, социальные проблемы граждан, различные



аномалии и природные катаклизмы приводят к неблагоприятному, пессимистическому настроению общества в целом, что негативно сказывается на дальнейшем развитии нашего человечества.

В настоящее время тема повышения комфортности среды жизнедеятельности человека становится все более актуальной не только в рамках определенного города, но и в масштабе всей нашей планеты [1—2]. Интенсивный рост городов и увеличение застроенных территорий в пределах городских агломераций, сопровождаемые изменением среды обитания в крупных и больших городах, осложняют проблему контакта человека с природой, что вызывает в свою очередь смену ориентации досуга, в том числе в усилении роли природных факторов.

Для достижения стилового единства между архитектурой и дизайном, а также стремление отойти от эстетического однообразия крупнопанельных зданий и типовых макрорайонов, потребуется большое количество малых архитектурных форм на основе современных строительных материалов, которые приведут окружающее пространство к нужной стилистике и настроению.

Одним из перспективных направлений разнообразия городской архитектуры является архитектурная геоника, которая в настоящее время очень актуально для получения МАФ из различных высокотехнологичных материалов [3].

Геоника — новое направление исследований, цель которой емко определил доктор химических наук Евстратов А.А. Высшей национальной школы горных инженеров из города Алес (Франция) в своем отзыве о монографии В.С. Лесовика «Геоника. Предмет и задачи», создание инструментария управления системой «человек-материал-среда обитания» на базе представлений о материалах как эволюционирующих объектах, проходящих подобно живым системам, циклы существования — от образования до исчезновения.

В системе «человек-материал-среда обитания» три звена и изучением каждого из параметров бессистемно, невзаимосвязано, занимаются кристаллография, минералогия, петрология и другие науки геологического цикла; целая гамма направлений строительного материаловедения, медицины и т. д. Геоника предполагает заниматься не по отдельности с каждым из трех звеньев, а рассматривать систему как единое целое, как отдельную науку [4, 5].

В отличие от бионики, идея которой заключается в применение знаний о живой природе для решения инженерных задач, цель геоники — разработка общих принципов управления развитием объектов неорганического мира. Реализация нового научного

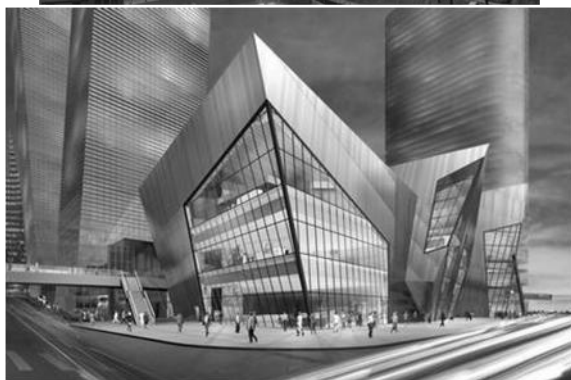
направления позволит не только расширить сырьевую базу и разработать новые технологии производства материалов, но и улучшить комфортность пребывания человека.

Можно сказать, что возникновение геоники как науки, в настоящие время, закономерный процесс. Под геоникой можно понимать подход к созданию материалов, композитов, при котором идея и основные элементы заимствуются при изучении геологических процессов, минералов и горных пород.

Исходя из разработанной концепции, предложена генетическая классификация горных пород как сырья для производства строительных материалов в зависимости от свободной внутренней энергии [6].

Свободная внутренняя энергия определяется дефектностью кристаллической решетки, включением минералообразующей среды, газовой фазы и т. д., которые образовались в горной породе миллионы, сотни миллионов, а иногда даже миллиарды лет назад. И использование этой «законсервированной» энергии позволяет снизить энергоемкость производства строительных материалов.

Архитектурная геоника включает в себя создание архитектурных ансамблей с учетом габитуса кристаллов и строения кристаллической решетки минералов (рисунок 1).



*Рисунок 1. Архитектура на основе кристаллических решеток минералов*

Главная цель архитектурной геоники — это комплексное сочетание морфологических особенностей, строения, свойств природного камня и архитектурного сооружения любого назначения. Геоника может использовать результаты исследования геологических процессов для разработки технологий производства материалов.

Строительные материалы — это определенный этап эволюции неорганического мира, а критерием выбора сырья для их производства является общность преобразований при генезисе и техногенезе и связанное с ним энергетическое состояние горных пород или отходов промышленности [7—8].

Социальная значимость городских парков и города в целом определяется размерам территории и неповторимостью художественно-организованной повседневно-доступной природной среды, включающая

в себя ряд малых архитектурных форм (МАФ), которые усиливают благоприятный эффект от всех форм отдыха. Разработан широкий спектр малых архитектурных форм различного архитектурного дизайна и назначения. Основным материалом для производства малых архитектурных форм является бетон. Основными требованиями к бетонным смесям для изготовления декоративных изделий — малых архитектурных форм являются: способность к самоуплотнению форм сложно конфигурации; низкая расслаиваемость. Бетон для МАФ должен обладать высокой атмосферо- и морозостойкостью; возможностью придания необходимого цвета. Особенностью МАФ является сравнительно небольшой объем производства, несравнимый с потреблением бетона и ЖБИ в жилищном строительстве. В связи с этим приемлемым с экономической точки зрения, и прогрессивным с технической, является создание гаммы специальных композиционных вяжущих, учитывающих особенности каждого из видов декоративных изделий.

Одним из путей достижения требуемого результата является оптимизация состава бетонной смеси с применением необходимых функциональных химических и минеральных добавок. Данный путь — целенаправленное создание материала под конкретную задачу, хорошо согласуется с перспективным направлением развития строительной науки геоникой-геомиметикой, предлагающей любой вопрос создания новых материалов рассматривать сквозь призму системы «человек-материал-среда обитания». При этом традиционные строительные материалы, в частности портландцемент, подвергаются глубокой переработке, придающий им новые свойства, более полно раскрывается их потенциал, снижается их расход [9—11]. Перспективным материалом при создании МАФ является применение мелкозернистого бетона. Этот вид позволяет получать высококачественную структуру материала, отличается высокой технологичностью, позволяя сравнительно просто изготавливать изделия как методом прессования с немедленной распалубкой, так и методом литья, что особенно удобно для монолитного домостроения, и, кроме того, он легко и эффективно модифицируется с помощью органических модификаторов, обеспечивая получение материалов с различным использованием дешевых местных песков, что позволяет снизить стоимость бетона на 15—20 % по сравнению с крупнозернистыми бетонами на щебне [12—13].

В настоящее время происходит интенсивное строительство, что приводит к необходимости использования бетонов, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками, такими как прочность

на сжатие и растяжение, износостойкость, коррозионная стойкость, трещиностойкость, морозостойкость и т. д. Для разрешения этой проблемы были разработаны составы мелкозернистого сталефибробетона на основе техногенного песка, композиционных вяжущих, микродисперсной добавки и гиперпластификатора.

Современной технологией, позволяющей качественно изменять свойства бетонных материалов, является дисперсное армирование волокнами, т. е. введение в бетонную смесь волокон из различных материалов: фибр металлических (проволочных, полученных из расплава или рубленых из листа и др.); базальтовых; стеклянных; биологических; тканевых; композитных; пластиковых.

Основной задачей при получении мелкозернистых бетонов, в том числе дисперсно-армированных является снижение расхода клинкерной составляющей. Наиболее существенными факторами снижения содержания цемента в мелкозернистых бетонах являются уменьшение водопотребности бетонной смеси и повышение активности вяжущего. В качестве композиционного вяжущего применяется ТМЦ-70 и ВНВ- 70 (таблица 1).

Таблица 1.

**Физико-механические характеристики мелкозернистого бетона, армированного стальной фиброй**

Вид вяжущего	Вяжущее	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>				Стальная волновая фибра	Кубиковая прочность, МПа	Призмная прочность, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Модуль упругости, МПа
		Отсев дробления КВП	Таволжанский песок	Вода						
Цемент I 42,5Н	510	1180	555	170	-	50,2	35,0	13,7	35,8·10 <sup>3</sup>	
Цемент I 42,5Н *ВПУ	510	1185	555	172	-	56,5	38,7	14,2	40,8·10 <sup>3</sup>	
Цемент I 42,5Н	510	1180	555	172	72	57,4	39,9	16,8	41,7·10 <sup>3</sup>	
Цемент I 42,5Н *ВПУ	510	1185	555	174	72	65,2	44,9	17,6	42,2·10 <sup>3</sup>	
ТМЦ-70	510	1180	555	160	72	63,4	44,6	17,4	41,9·10 <sup>3</sup>	
ТМЦ-70 *ВПУ	510	1185	555	162	72	69,7	48,6	18,2	43,1·10 <sup>3</sup>	
ВНВ-70	510	1180	555	150	72	76,2	53,2	19,1	43,6·10 <sup>3</sup>	
ВНВ-70 *ВПУ	510	1185	555	152	72	84,8	59,3	19,8	44,3·10 <sup>3</sup>	

\*ВПУ — высокоплотная упаковка зерен мелкозернистого сталефибробетона

Разработанный алгоритм расчета многофункциональной системы «клинкер-наполнитель-заполнитель-органическая добавка-вода» позволила варьировать параметрами бетонной смеси с целью повышения эксплуатационных характеристик композита.

Эффект от применения высокоплотной упаковки зерен техногенного заполнителя, достигается за счет более компактного расположения всех компонентов, включая стальную фибру, и оказывает на бетонную смесь комплексное воздействие. Так, кроме контактов «цементное тесто-заполнитель», появляются контакты «фибра-вяжущее», прочность которых в значительной степени зависит от физико-химического взаимодействия минералов, входящих в состав заполнителей и частиц вяжущего.

Применение же композиционных вяжущих, таких как ТМЦ-70 и ВНВ-70, позволяет, в свою очередь, повысить характеристики бетона по сравнению с аналогичными составами на основе цемента, что объясняется более плотной структурой цементного камня самих композиционных вяжущих, и следовательно, бетонов на их основе, а также меньшей пористостью.

Таким образом, высокоплотная упаковка компонентов смеси на основе композиционных вяжущих оказывает направленное воздействие на структурообразование сталефибробетона, позволяя повысить прочностные и деформативные характеристики изгибаемых элементов. Рациональный подбор заполнителя дал возможность получить на техногенных песках КМА сталефибробетон с пределом прочности при сжатии — 84,8 МПа.

Самоуплотняющийся бетон — это бетон, который без воздействия на него дополнительной внешней уплотняющей энергии самостоятельно под воздействием собственной массы течёт, освобождается от содержащегося в нём воздуха и полностью заполняет пространство между арматурными стержнями и опалубкой. Бетонная смесь для изготовления МАФ должна обладать специфическим набором свойств, которые можно обеспечить за счёт ряда мероприятий, или использования специально изготовленного композиционного вяжущего обеспечивающего их достижение.

Важным элементом обеспечения возможности получения самоуплотняющихся бетонов для изготовления МАФ является оптимизация зернового состава вяжущего, заключающаяся в нормированном увеличении доли частиц размерами менее 16 мкм.

Введение микродисперсной кремнеземосодержащей добавки способствовало оптимизации процессов структурообразования за счет при гидротации CaO и образовании гидросиликатов кальция второй генерации, эффект заполнения пор, который способствует значительному уменьшению капиллярной пористости, проницаемости и долговечности бетона для малых архитектурных форм.

В своём большинстве свойства самоуплотняющегося бетона во многом совпадают со свойствами обычного бетона.

Значительно более высокий уплотняющий эффект в структуре бетона достигается при применении ультрадисперсного микрокремнезема (кремнеземистой пыли). Микрокремнезем представляет собой побочный продукт при выплавке ферросилиция и его сплавов в виде ультрадисперсных шарообразных частиц с высоким содержанием аморфного кремнезема, который образуется в результате восстановления

углеродом кварца высокой чистоты в электропечах и улавливается рукавными фильтрами при очистке отходящих газов.

Получение самоуплотняющихся бетонов с высокими эксплуатационными характеристиками возможно при использовании в их составах комплексных органико-минеральных модификаторов, включающих несколько минеральных компонентов и эффективных суперпластификаторов, обеспечивающих синергетический эффект. Бетоны для МАФ по прочности должны соответствовать сравнительно невысоким классам В20-В30, а необходимость обеспечения высокой подвижности бетонной смеси предполагает повышенный расход вяжущего. Поэтому рациональным является снижение содержания клинкерной части в составе композиционного вяжущего, за счёт введения различных минеральных добавок.

Получение КВ за счёт помола, а не просто смешивания, в большинстве случаев позволяет использовать минеральные добавки в естественном состоянии, без необходимости их отдельного измельчения, а также полностью снимает вопросы обеспечения однородности конечного продукта. Это особенно важно при применении в качестве минеральных добавок мягких, в частности карбонатных, горных пород, отдельный помол которых сопряжен с рядом трудностей, и всех тонкодисперсных материалов склонных к грануляции.

Использование в составе КВ таких минеральных добавок как отсевы дробления КВП и мел, позволяют улучшить реологические характеристики паст на основе указанных вяжущих, снизив (в сочетании с суперпластификатором) вязкость в момент начала течения, динамическую вязкость в широком диапазоне изменения градиента скорости сдвига, склонность смесей к структурированию, что важно при получении самоуплотняющихся бетонных смесей. Наличие минеральных добавок в составе композиционного вяжущего при их правильном подборе и обработке, позволяет снизить его водопотребность и повысить плотность камня на его основе, снизить вязкость раствора.

Правильный выбор минеральной добавки, с учётом её генезиса и активности, позволит снизить энергозатраты на том или ином этапе изготовления изделия, а так же может стать мощным инструментом для управления свойствами КВ.

### **Список литературы:**

1. Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Михайлова О.Н., Махова Т.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов // Строительные материалы. — 2012. — № 10. — С. 53—55.



2. Лесовик В.С. Геоника (Геомиметика) как трансдисциплинарное направление исследований // Высшее образование в России. — 2014. — № 3. — С. 77—83.
3. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. — 2013. — № 1. — С. 9—12.
4. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи: Монография. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012 — 213 с.
5. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2013. — № 31-1 (50). — С. 131—136.
6. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: Монография: Научное издание. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 526 с.
7. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 1994. — № 7. — С. 96.
8. Лесовик В.С., Беленцов Ю.А., Куприна А.А. Использование положений геоники при проектировании конструкций для работы в условиях динамических и сейсмических нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2013. — № 2—3 (650—651). — С. 121—126.
9. Лесовик В.С., Жерновой Ф.Е., Глаголев Е.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов // Строительные материалы. — 2009. — № 6. — С. 84—87.
10. Лесовик В.С., Сапронова Ж.А., Фетисов Р.О., Ипанов Д.Ю. Использование принципов геоники в практике водоочистки // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — Т. 14. — № 5-3. — С. 782—787.
11. Фролова М.А., Лесовик В.С. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники Северо-Арктического региона // Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов. 2014. — С. 29—33.
12. Lesovik V.S. Geonics. Subject and objectives: Уч. пособие. Белгород: Из-во БГТУ, 2012. — 100 с.
13. Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Andrey V.S., Denis A.B., Anna A.K. Creating effective insulation solutions? Taking into account the law of affinity structures in construction materials // World Applied Sciences Journal. — 2013. — Т. 24. — № 11. — С. 1496—1502.

## СЕКЦИЯ 6.

### СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМКНУТОГО КЛИНОВИДНОГО РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРА С ПОМОЩЬЮ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕССУЮЩЕГО РОЛИКА

***Ковриков Иван Тимофеевич***

*д-р техн. наук, профессор, Заслуженный деятель науки  
и техники РФ, профессор кафедры машин  
и аппаратов химических и пищевых производств  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,  
РФ, г. Оренбург  
E-mail: [kovrikovit@mail.ru](mailto:kovrikovit@mail.ru)*

***Кириленко Александр Сергеевич***

*ведущий инженер факультета прикладной биотехнологии и инженерии  
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,  
РФ, г. Оренбург  
E-mail: [as@askirilenko.ru](mailto:as@askirilenko.ru)*

#### RESEARCH OF POWER CHARACTERISTICS OF CLOSED WEDGE-SHAPED WORKSPACE OF PELLET MILL BY MEANS OF TENSOMETRIC PRESS ROLLER

***Ivan Kovrikov***

*dr.Sci.Tech., professor, Desevred scientist of the Russian Federation,  
professor of the chair «Machinery and Equipment of Chemical and Food  
Industry» of the Orenburg State University,  
Russia, Orenburg*

**Alexander Kirilenko**

*principal engineer of the Faculty of Applied Biotechnology  
and Engineering of the Orenburg State University,  
Russia, Orenburg*

### **АННОТАЦИЯ**

Предложен метод исследования параметров напряженно-деформированного состояния комбикорма в замкнутом клиновидном рабочем пространстве пресс-гранулятора, позволяющий получить распределение контактных напряжений не только в тангенциальном направлении, но и по ширине рабочих органов пресс-гранулятора. Для реализации метода разработаны конструкции тензометрического прессующего ролика и тензометрического ограничительного кольца. Применение силоизмерительных рабочих органов существенно расширяет возможности экспериментальных исследований процесса прессового гранулирования.

### **ABSTRACT**

The method of research of the parameters of the stress-strain state of compound feed in the closed wedge-shaped workspace of the pellet mill, allowing to receive contact stresses distribution not only in the tangential direction, but the width of the operating parts of the pellet mill is proposed. To apply the method designs of tensometric press roller and tensometric restrictive ring are developed. Application of tension operating parts significantly expands possibilities of the experimental studies of the pressure granulation.

**Ключевые слова:** пресс-гранулятор; прессовое гранулирование комбикорма; ограничительные кольца; замкнутое клиновидное рабочее пространство; тензометрический (силоизмерительный) прессующий ролик; напряженно-деформированное состояние.

**Keywords:** pellet mill; compound feed pressure granulation (pelleting, extrusion); restrictive rings; closed wedge-shaped workspace; tensometric (tension) press roller; stress-strain state.

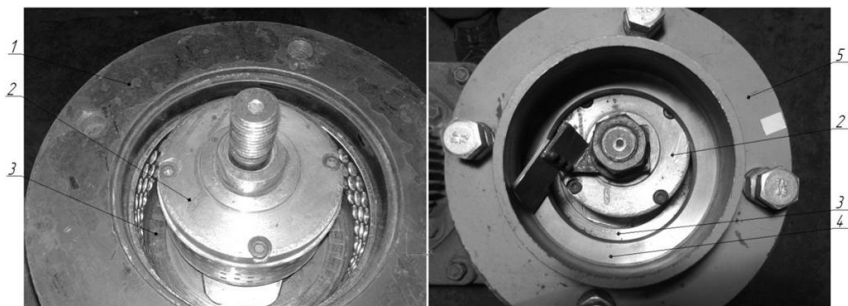
Повышение производительности пресс-гранулятора с кольцевой матрицей, широко применяемого в комбикормовой отрасли, снижение энергоемкости рабочего процесса в нем, повышение качества готовых гранул и увеличение долговечности рабочих органов может быть обеспечено путем торцевого ограничения клиновидного рабочего пространства пресс-гранулятора дополнительными контактными поверхностями [1], [5]. В структуру прессующего механизма такие

поверхности включены в виде двух цилиндрических ограничительных колец как самостоятельных рабочих элементов его конструкции [7].

Анализ разработанной комплексной математической модели процесса прессового гранулирования растительного сырья [2], [3], [4] позволяет оценить влияние условий замкнутого клиновидного пространства на основные показатели процесса, спрогнозировать изменение этих показателей для различных режимов работы пресс-гранулятора.

Однако ввиду сложности и нелинейности процесса, описываемого математической моделью, требуется многоуровневая экспериментальная проверка адекватности ее основных закономерностей. Экспериментов на лабораторной установке прессового гранулирования, в результате которых определяются только отдельные выходные параметры процесса (производительность, энергоемкость пресс-гранулятора, крошимость и предел прочности гранул), без использования современных приборов и приспособлений недостаточно для выявления всех наиболее существенных особенностей прессования в замкнутом клиновидном пространстве. В связи с этим обоснована необходимость проведения тензометрического исследования внутренней характеристики процесса (напряженного состояния комбикорма на контактных рабочих поверхностях в клиновидном пространстве), что дает возможность получить более полное представление о механизмах влияния ограничительных колец на параметры напряженно-деформированного состояния прессуемого материала и улучшение технологического процесса, оценить достоверность и корректность сделанных в математической модели допущений.

С этой целью в экспериментальном образце пресс-гранулятора со сменными ограничительными кольцами (рисунок 1) прессующий ролик базовой конструкции был заменен разработанным нами тензометрическим (силоизмерительным) прессующим роликом.



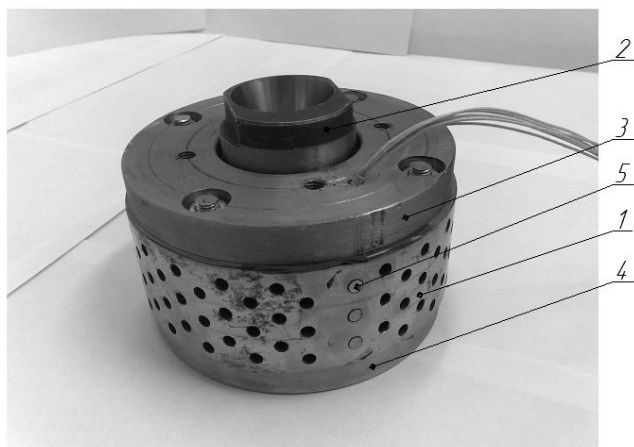
**Рисунок 1. Рабочее пространство экспериментального пресс-гранулятора с торцевым ограничением дополнительными контактными поверхностями: 1 — кольцевая матрица; 2 — прессующий ролик базовой конструкции; 3, 4 — нижнее и верхнее сменные ограничительные кольца; 5 — конус для подачи сырья**

Известны различные методы исследования распределения напряжений на контактных поверхностях цилиндрических рабочих органов: точечных месдоз, универсального штифта, разрезного вала и др. Некоторые из указанных методов были реализованы и в пресс-грануляторах при прессовании растительных материалов [6], [8], [9].

Для характеристики рабочего процесса с учетом бокового выдавливания комбикорма является важным исследование распределения контактных напряжений не только вдоль окружной протяженности клиновидного пространства, но и по ширине рабочих органов пресс-гранулятора.

Для этого предложена конструкция силоизмерительного прессующего ролика, позволяющая измерять давление прессования одновременно в трех продольных сечениях по ширине его обечайки (рисунок 2). В обечайке прессующего ролика с внутренней стороны выполнен прямоугольный сквозной паз с тремя ступенчатыми радиальными каналами (сквозными соосными отверстиями) в его основании. В каждый канал с небольшим кольцевым зазором установлен измерительный штифт. Один конец штифта расположен на уровне рабочей поверхности обечайки (рисунок 2), а другой (в форме полусферической головки) — опирается на упругий тензочувствительный элемент в виде балки, служащей измерителем радиальной силы. Каждая из трех балок, установленных в пазу, размещена на тензометрической опоре, фиксируемой наружными кольцами подшипников. С торцов паз закрыт крышками подшипникового

узла. На каждой тензометрической балке размещен один активный тензорезистор, включенный в полумостовую электрическую схему.



**Рисунок 2. Конструкция тензометрического прессующего ролика:**  
**1 — обечайка с несквозной перфорацией; 2 — эксцентриковая ось;**  
**3, 4 — верхняя и нижняя крышки подшипникового узла;**  
**5 — измерительный штифт**

Под действием радиальной силы измерительный штифт может свободно перемещаться на расстояние, равное прогибу балки вследствие ее упругой деформации. Таким образом, при вращении прессующего ролика в процессе работы пресс-гранулятора измерительные штифты, проходя соответствующие зоны клиновидного пространства (отставания, экструзии и опережения), воспринимают и передают силы нормального давления гранулируемого материала балкам. Регистрируя усилия, действующие вдоль оси каждого штифта при прохождении им области деформации, определяем средние контактные нормальные напряжения в окрестности площадки штифта и соответственно контактные нормальные напряжения в любой точке рабочей поверхности обечайки (в пределах конкретного продольного сечения). Для увеличения числа экспериментальных продольных сечений по ширине клиновидного пространства опыты повторяются при прочих равных условиях с использованием обечаек, в которых измерительные штифты смещены вдоль оси прессующего ролика.

Для проведения тензометрирования вместо токосъемных устройств используется тензометрическая система (рисунок 3)

с автономным регистратором сигналов на базе модуля аналого-цифрового преобразователя ZET 220 (ЗАО «ЭТМС») со встроенным флэш-накопителем.



***Рисунок 3. Пресс-гранулятор с тензометрической системой, смонтированной на силоизмерительном прессующем ролике (крышка кожуха снята)***

Для исследования нормальных осевых напряжений в комбикорме, прессуемом в замкнутом клиновидном пространстве, и определения нагрузки на контактные поверхности ограничительных элементов тензозвено с измерительным штифтом встроено также в верхнее сменное ограничительное кольцо пресс-гранулятора. При этом используется аналогичная тензометрическая система, закрепленная на планшайбе пресс-гранулятора.

Варьируемыми факторами при проведении лабораторных экспериментов с силоизмерительными рабочими органами являются: начальная относительная влажность и температура сырья; модуль частиц исходной смеси; полная относительная длина фильер кольцевой матрицы; величина минимального радиального зазора между контактными поверхностями матрицы и прессующего ролика; радиальная высота сменного ограничительного кольца или угол образования замкнутого клиновидного рабочего пространства; угловая скорость матрицы (частотный преобразователь Toshiba VF-AS1);

подача рассыпного материала в камеру прессования или уровень загрузки по мощности, требуемой на гранулирование.

Результаты сравнительного тензометрического исследования параметров напряженного состояния комбикорма в условиях замкнутого и незамкнутого клиновидного рабочего пространства пресс-гранулятора были приведены к контактной поверхности матрицы. Затем были получены диаграммы экспериментальных характеристик напряженного состояния комбикорма в виде эпюр или трехмерного распределения нормальных радиальных напряжений на контактной поверхности матрицы, а также диаграммы нормальных напряжений на контактной поверхности силоизмерительного ограничительного кольца.

Применение силоизмерительных рабочих органов позволило существенно расширить возможности экспериментальных исследований на лабораторной установке прессового гранулирования по нескольким аспектам.

Экспериментально определены координаты характерных сечений клиновидного рабочего пространства и параметры напряженно-деформированного состояния комбикорма в нем. Установлена адекватность математической модели напряженного состояния прессуемого материала при его движении в замкнутом клиновидном рабочем пространстве прессующего механизма. Таким образом, подтверждена справедливость ряда важных предположений, обозначенных в ходе теоретических исследований (о величине и законе распределения контактных касательных напряжений, о независимости предела текучести от гидростатического давления в зоне экструзии, о характере изменения контактных нормальных напряжений в зоне экструзии, о величине плотности комбикорма в активной части зоны отставания и др.).

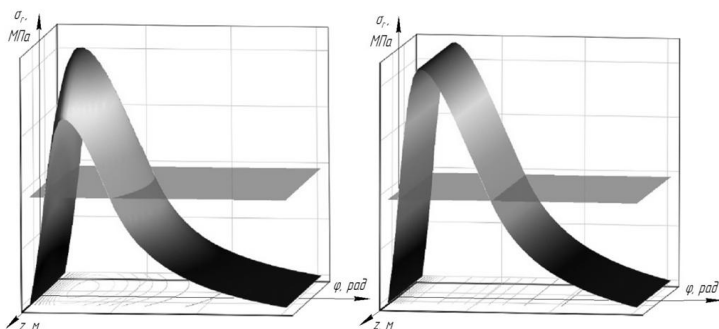
Тензометрические исследования позволили определить силы сопротивления боковому выдавливанию прессуемого материала и соответственно силы, обуславливающие поперечную деформацию материала при отсутствии ограничительных элементов. Также определена радиальная нагрузка на рабочие органы пресс-гранулятора.

Экспериментально обосновано влияние торцевого ограничения клиновидного рабочего пространства прессующего механизма на равномерность распределения контактных нормальных напряжений по ширине рабочих органов и на показатели механического качества гранул. Полученное распределение нормальных напряжений на контактной поверхности матрицы хорошо согласуется с теоретически установленным (в соответствии с рисунком 4) характером изменения напряженного состояния комбикорма в клиновидном пространстве.



Проанализированы условия повышения производительности и снижения энергоемкости пресс-гранулятора с ограничительными кольцами.

Осуществлена оценка влияния бокового выдавливания прессуемого материала и торцевого ограничения клиновидного пространства на относительное скольжение контактных поверхностей матрицы и прессующего ролика. По экспериментальным данным проведен анализ захватывающей способности рабочих органов пресс-гранулятора и заполняемости его клиновидного рабочего пространства. Показано, что проскальзывание рабочих органов и захватывающая способность клиновидного пространства обусловлены, главным образом, положением нейтрального сечения. Кроме того, установлено, что в условиях замкнутого клиновидного пространства является существенным определение оптимальной величины минимального зазора между контактными поверхностями матрицы и прессующего ролика, поскольку в зоне опережения боковое выдавливание отсутствует и материал движется только в направлении прокатывающего воздействия.



**Рисунок 4. Диаграммы распределения контактных нормальных напряжений в условиях незамкнутого (слева) и замкнутого (справа)**

**клиновидного рабочего пространства:  $\sigma_r$  — нормальное радиальное напряжение на контактной поверхности матрицы;  $\varphi$  — угловая координата радиального сечения слоя комбикорма;  $z$  — осевая координата продольного сечения слоя комбикорма**

Таким образом, исследование силовой характеристики клиновидного рабочего пространства с помощью тензометрического прессующего ролика позволяет осуществить полноценный экспериментальный сравнительный анализ различных условий и режимов работы пресс-гранулятора, а также обеспечивает более качественную

оценку эффективности замкнутого клиновидного пространства с учетом выполнения ограничительными кольцами как функции дополнительных контактных поверхностей, так и функции ограничительных элементов.

### Список литературы:

1. Кириленко А.С., Ковриков И.Т. Структурное совершенствование вальцово-матричных пресс-грануляторов с кольцевой матрицей / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Материалы международной заочной научно-практической конференции «Наука и техника в современном мире»*. Часть II. Новосибирск, 2012. — С. 73—78. — ISBN 978-5-4379-0048-2.
2. Ковриков И.Т., Кириленко А.С. Исследование процесса прессового гранулирования комбикормов в пресс-грануляторах с торцевым ограничением клиновидного рабочего пространства / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием) «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры» / Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. — С. 982—989.*
3. Ковриков И.Т., Кириленко А.С. Математическое моделирование рабочего процесса в вальцово-матричном пресс-грануляторе с торцевым ограничением клиновидного пространства / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУКраснодар: КубГАУ, 2012. — № 01(75). — С. 132—155. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/42.pdf>*
4. Ковриков И.Т., Кириленко А.С. Математическая модель напряженного состояния растительного материала в цилиндрических фильерах матрицы пресс-гранулятора / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. — 2013. — № 2 (298). — С. 25—34.
5. Ковриков И.Т., Кириленко А.С. Повышение производительности пресс-грануляторов путем ограничения рабочего пространства дополнительными контактными поверхностями / И.Т. Ковриков, А.С. Кириленко // *Известия вузов. Пищевая технология*. — 2011. — № 5—6. — С. 78—81.
6. Некрашевич В.Ф. Научно-техническое обоснование технологии и средств механизации приготовления кормовых гранул и брикетов с заданными физико-механическими свойствами: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / В.Ф. Некрашевич. Рязань, 1982. — 512 с.
7. Пат. 2412819 RU В 30 В 11/20, В 28 В 3/18. Пресс-гранулятор / Ковриков И.Т., Кириленко А.С. № 2009145789/02; заявл. 09.12.2009; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. — 10 с.: ил.

8. Handbook of powder technology Vol. 11 Granulation / edited by A.D. Salman, M.J. Hounslow, J.P.K. Seville. Oxford: Elsevier, 2007. — 1402 p.
9. Schwanghart H. Messung und Berechnung von Druckverhältnissen und Durchsatz in einer Ringkoller-Strangpresse // Aufbereit.-tech. 1969. № 12.

## СЕКЦИЯ 7.

### ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

#### АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ СОСТАВЛЯЮЩИХ СПЕКТРА СИГНАЛА

*Михлин Евгений Юрьевич*

*инженер-конструктор, «НПП Радиосвязь»,  
РФ, г. Красноярск*

*E-mail: [emikhlin@yandex.ru](mailto:emikhlin@yandex.ru)*

#### AN ALGORITHM FOR AUTOMATION PROCESS OF MEASUREMENT OF ELEMENTS POWER SPECTRUM

*Mikhlin Evgeny*

*design engineer, "NPP Radiosvyaz",  
Russia, Krasnoyarsk*

#### АННОТАЦИЯ

В статье описываются проблемы автоматизации измерений мощности сигналов, а также предлагается алгоритм реализации автоматических измерений величин составляющих спектра мощности. Основные рассматриваемые проблемы: автоматическое детектирование пиков гармоник; оптимальные настройки для автоматического измерения; методы снижения влияния искажений сигнала на точность измерения.

#### ABSTRACT

This article describes the problems of automating measurement of the signal power, and propose an algorithm for automatic measurement of the adjacent channels of the power spectrum. The main issues under consideration in article: automatic detection of peaks of harmonics; optimal settings for automatic measurement; methods to reduce the impact of signal distortion on the measurement accuracy.

**Ключевые слова:** автоматизация тестирования; измерение мощности; спектр мощности;

**Keywords:** test automation; power measurement; power spectrum;

В настоящее время, оборудование для автоматизации процессов тестирования радиооборудования и его составных частей, занимает все более прочное место в отделах поверки, тестирования, и прочих метрологических отделах. Автоматизация метрологических процессов происходит не только на крупных производствах, но и в небольших организациях выпускающих штучный продукт, каждый из которых требует всесторонних испытаний [1].

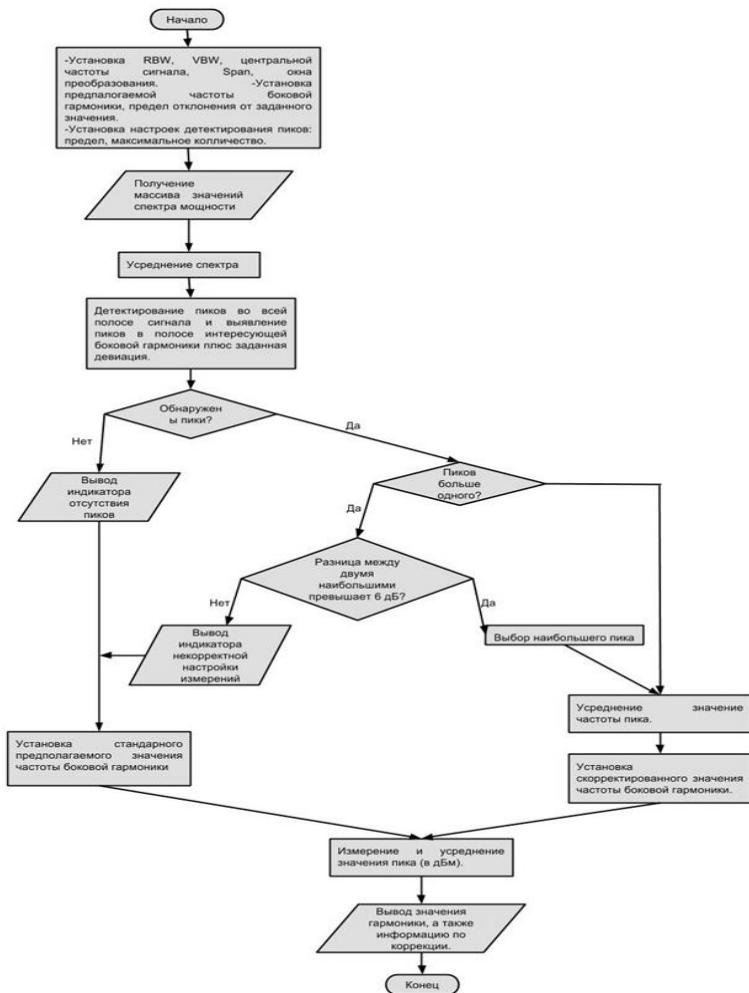
В основном, испытаниям в приеме-передающих радиоустройствах подвергаются: модуляторы-демодуляторы (далее по тексту — модемы), а также, радиотракт приема-передающего устройства (система фильтрации, АРУ, конвертер и т. д.). Наиболее распространенными показателями, по версии компании National Instruments, для оценки цифровой модуляции, являются: частота появления ошибок по битам (BER), коэффициент ошибки модуляции (MER) и модуль вектора ошибки (EVM). Для спектральных измерений: спектр мощности, мощность и частота пиков, полосовая мощность сигнала, мощность в соседнем канале, измерение занимаемой полосы [2]. Эти же показатели являются широко распространенными и у других лидеров рынка измерительного оборудования, таких как Agilent Technology, Rohde & Schwarz, Tektronix и др. [3].

Спектральные измерения, из-за разнообразности процессов приводящих к ошибкам в тестировании, часто требуют наличие оператора и ручного измерения показателей (выставление маркеров, настройка RBW и VBW, усреднение и т. д.). В качестве процессов, затрудняющих автоматизацию спектральных измерений могут быть: значительные шумы в канале мешающие автоматическому детектированию отдельных спектральных гармоник сигнала; дрожание частот; спектральные утечки, вызванные неполным числом периодов на сетку анализатора; изменчивость характеристик сигнала (скорости данных, мощности, центральной частоты и т. д.) усложняющих автоматизацию измерений;

В данной работе был разработан алгоритм автоматических измерений мощности боковых гармоник принимаемого сигнала.

Алгоритм был разработан на основе аппаратной платформы PXI компании National Instruments, включающей в себя векторный анализатор PXIe-5663 и векторный генератор PXIe-5673. Использовалось программное обеспечение LabView, и драйвера RFSA и RFSG для анализатора и генератора соответственно.

Блок схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Блок схема алгоритма автоматического измерения мощности боковой гармоники, с заданным значением отклонения частоты**

Как видно из рисунка 1, на первом этапе, после стандартных настроек спектра устанавливают значение возможного отклонении нужной нам гармоники. Этот показатель настраивается исходя из поведения детектируемого сигнала, в общем случае он должен быть

равен или больше значения дрожания частоты и учитывать постоянные частотные отклонения, если они имеют место во входном сигнале, либо при его получении и обработки. А также, значение отклонения частоты должно покрывать влияние фазовых шумов на спектр. Следующими важными настройками при начале измерения являются настройки детектирования пиков сигнала, программа позволяет ограничивать максимальное число пиков в сигнале, выделяя пики с максимальной мощностью, а также устанавливать порог детектирования пиков в спектре мощности входного сигнала. Эти характеристики устанавливаются исходя из ожидаемой формы спектра и мощности измеряемых гармоник, правильно подобранные значения предела по мощности и количества детектируемых пиков позволяет снизить вероятность ошибочных измерений, в случае если паразитных пиков слишком много — программа измеряет значение спектра без корректировки частоты.

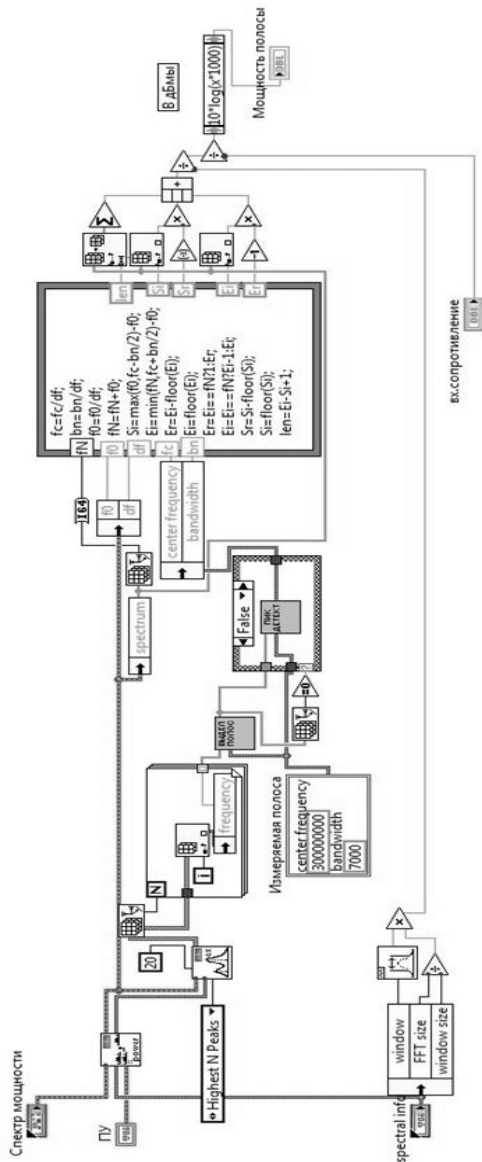
После получения спектра происходит среднеквадратичное усреднение его значений для снижения влияния гаусовского шума и прочих сторонних помех. После чего, происходит переход к процессу детектирования пиков во всей полосе частот и выявление пиков в полосе интересующей боковой гармоники с заданной девиацией. При не обнаружении пиков в указанной полосе, на индикатор выводится сообщение об их отсутствии и измерение мощности происходит в изначально заданном значении частоты. Причинами отсутствия вершин могут быть значительные спектральные утечки, в таком случае подбирается более подходящее окно измерения, корректируются значения RBW, если возможно, меняется режим генерации передатчика сигнала. Другим случаем при анализе вершин в полосе, является, уже затронутая ранее ситуация, когда пиков в выбранной полосе больше одного. Как показывает практика, даже при корректной настройке всех входных характеристик такой случай является не редкостью, в измеряемый канал могут попасть побочные составляющие входного сигнала при неэффективной системе фильтрации полосы сигнала в анализаторе, либо возникновение побочных составляющих в самом анализаторе после прохождения конвертора и отсутствия дальнейшей фильтрации. При обнаружении нескольких пиков в измеряемой полосе, программа выделяет два наибольших и сравнивает их значения, если разница между пиками более 6 дБ — выбирается максимальный, в противном случае программа выдает сообщение о некорректной настройке входных характеристик и измерения проводятся без корректировки частоты. Значение разницы между максимальными пиками может варьироваться в зависимости от свойств измеряемого сигнала и формы спектра, в некоторых случаях, этап определения разницы между наибольшими

пиками может быть упразднен и выбираться будет пик с максимальным значением, независимо от разницы с остальными пиками. Также, часто, в измеряемой полосе присутствует два практически равнозначных пика, в таком случае, следует выбирать пик соответствующий наименьшей девиации от нескорректированной частоты.

После выбора гармоники, значение частоты проходит средне-квадратичное усреднение и устанавливается новое, скорректированное значение частоты измеряемой гармоники.

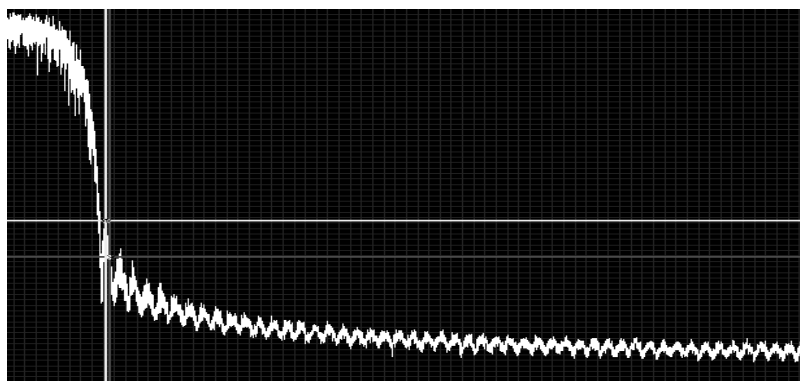
Завершающим этапом является непосредственное измерение мощности гармоники, на этом этапе, важное значение играет полоса в которой измеряется мощность. Для корректного измерения, полоса должна превышать шаг между спектральными линиями спектра (RBW), а также в значительной мере учитывать спектральные утечки измеренного сигнала. Определение меры распределения энергии сигнала по оси частот предлагаемый алгоритм не учитывает и данная задача ложится на плечи оператора. Помимо определения ширины измеряемой полосы гармоники, для уменьшения влияния спектральных утечек необходимо выбрать оптимальную функцию окна измерений. После измерения, значения мощности усредняется, для устранения влияния шумов и фиксируется в окне измерений программы в дБм. Код верхнего уровня, части программы автоматического измерения боковых гармоник, представлен на рисунке 2. Часть кода является составным блоком программы управления (SubVI) измерительной установкой на базе программно-аппаратной платформы NI PXI.



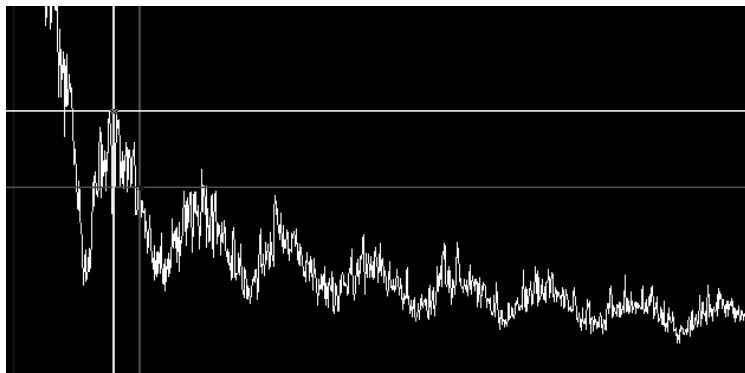


**Рисунок 2. Код верхнего уровня программы автоматического измерения боковых гармоник**

На рисунках 3 и 4 представлены графики спектра мощности (полный и укрупненная часть) входного сигнала с модуляцией 4QAM и смещением центральной частоты в 8 кГц. Маркерами указаны полоса измерения мощности смежного канала без корректировки частоты (справа) и полоса измерения канала с корректировкой частоты (слева). Как видно из рисунка 4, корректировка позволяет точно определить пик боковой гармоники и захватить полную мощность смежного канала не зависимо от смещения или дрожания частоты. Многоступенчатые усреднения позволяют значительно снизить влияние шумов и исключить возможные ошибки при ручном измерении мощности гармоник.



*Рисунок 3. Спектр мощности входного сигнала с модуляцией 4QAM и смещением центральной частоты в 8 кГц*



*Рисунок 4. Спектр мощности входного сигнала с модуляцией 4QAM, укрупненная часть*

Как было представлено выше, автоматизация измерений мощности отдельных гармоник спектра не только позволяет сократить использование человеческого труда и понизить стоимость и время тестирования, но и позволяет повысить точность измерений из-за устранения статистических ошибок. Тем не менее, для корректной автоматизации измерительных процессов необходима тщательная настройка тестирующего оборудования в соответствии с решаемыми задачами. Дальнейшие перспективы развития лежат в максимальной автономизации работы программы включающей в себя глубокий анализ входного сигнала и автоматическое выставление настроек измерения спектра, включающие в себя оценку спектральных утечек, выбора подходящего фильтра окна измерений, а также определения полосы в которой сосредоточена полная мощность измеряемой гармоники.

### **Список литературы:**

1. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. Пособие. М.: ДМК Пресс, 2007. — 456 с.
2. Agilent Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5965-6630E.pdf> (дата обращения: 12.05.2014).
3. Designing proactive assembly systems — Criteria and interaction between automation, information, and competence / A. Fasth, T. Lundholm, L. Martensson, K. Dencker, J. Stahre. // The 42nd CIRP conference on manufacturing systems. — 2009. — Vol. 2 — P. 1—13.

## СЕКЦИЯ 8.

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ

#### АЛЮМОСИЛИКАТНЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Масленникова Людмила Леонидовна**

*д-р техн. наук, проф. кафедры «Инженерная химия  
и естествознание», профессор Петербургского государственного  
университета путей сообщения Императора Александра I,  
РФ, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [llmaslennikova@yandex.ru](mailto:llmaslennikova@yandex.ru)*

**Вобликова Дарья Васильевна**

*студент 4 курса Петербургского государственного  
университета путей сообщения Императора Александра I,  
РФ, г. Санкт-Петербург  
E-mail: [remote160@list.ru](mailto:remote160@list.ru)*

**Шевцова Елена Николаевна**

*студент 4 курса Петербургского государственного  
университета путей сообщения Императора Александра I,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

**Крапивная Тамара Анатольевна**

*студент 4 курса Петербургского государственного  
университета путей сообщения Императора Александра I,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

**Ершова Софья Александровна**

*студент 4 курса Петербургского государственного  
университета путей сообщения Императора Александра I,  
РФ, г. Санкт-Петербург*

## **ALUMINATOSILIKATE THE SORBENT FOR SEWAGE TREATMENT FROM IONS OF HEAVY METALS**

***Maslennikov Lyudmila***

*dr. sci. tech., the prof. of faculty «Engineering chemistry and natural sciences », the professor of the Petersburg state university of means of communication of Emperor Alexander I, Russia, Saint Petersburg*

***Voblikova Darya***

*the student 4 rates of the Petersburg state university of means of communication of Emperor Alexander I, Russia, Saint Petersburg*

***Shevtsova Elena***

*the student 4 rates of the Petersburg state university of means of communication of Emperor Alexander I, Russia, Saint Petersburg*

***Krapivnaja Tamara***

*the student 4 rates of the Petersburg state university of means of communication of Emperor Alexander I, Russia, Saint Petersburg*

***Ershova Sofiya***

*the student 4 rates of the Petersburg state university of means of communication of Emperor Alexander I, Russia, Saint Petersburg*

*Работа выполнена при финансовой поддержке «Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I» в рамках конкурса студенческих грантов в 2013 г.*

### **АННОТАЦИЯ**

Исследована возможность получения алюмосиликатного сорбента на основе кембрийской глины и отходов пенобетона для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Исследована поглощающая способность сорбента в зависимости от состава и температуры обжига.

## ABSTRACT

The opportunity of reception aluminatosilikate a sorbent is investigated on the basis of cambrian clay and waste products of foam concrete for sewage treatment from ions of heavy metals. Absorbing ability of a sorbent is investigated depending on structure and temperature of roasting.

**Ключевые слова:** пенобетон; алюмосиликатный сорбент; ионы тяжелых металлов; эффективность очистки.

**Keywords:** foam concrete; aluminatosilikate a sorbent; ions of heavy metals; efficiency of clearing.

В настоящее время актуальной задачей является разработка составов фильтрующих материалов, которые не имели бы экономических и эксплуатационных недостатков, присущих традиционным природным сорбентам и в тоже время обладали бы высокими сорбционными свойствами по отношению к ионам тяжелых металлов (ИТМ). В этой связи в качестве сырья для создания такого сорбента кажется целесообразным использовать природные алюмосиликаты, которые составляют до 50 % массы земной коры, например, в виде кембрийской глины месторождения Красный Бор, относящейся к полиминеральным гидрослюдисто-монтмориллонитовым глинам, известным своими ионно-обменными свойствами. Гидрослюды образуются при выветривании слюд и широко распространены в почвах. По структуре они близки к монтмориллониту. Известно также, что для эффективной сорбции ИТМ фильтрующий материал должен обладать высокой микропористостью, которую можно получить путем ввода в глиняную матрицу дисперсного компонента с пористой структурой.

Из работ ученых кафедры «Инженерная химия и естествознание» под руководством профессора Сватовской Л.Б. [2, с. 30] известно, что тяжелый бетон, пенобетон, представленные гидросиликатами кальция обладают адсорбционными свойствами по отношению к ионам тяжелых металлов. В связи с этим можно предположить, что сорбенты, полученные путем обжига кембрийской глины с дроблеными отходами пенобетона, также будут обладать адсорбционными свойствами по отношению к ИТМ.

Целью работы являлась разработка алюмосиликатного фильтрующего материала с использованием отходов пенобетона.

В работе использовался конструкционно-теплоизоляционный бетон плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> на порглицементном вяжущем автоклавного твердения. Ранее проведенными исследованиями [1, с. 261] было установлено, что объем пор менее 10 мкм в частицах дробленого

автоклавного пенобетона составляет 93,3 % от суммарного объема пор, а у неавтоклавного пенобетона 81,7 %. В связи с этим для работы были выбраны дроблёные отходы пенобетона автоклавного твердения. В настоящее время объемы производства пенобетона в стране растут, поэтому, как следствие, будут расти и объемы отходов пенобетона, которые образуются как при производстве пенобетона, так и на строительных площадках, и от сноса старых зданий и сооружений.

При обжиге частицы пенобетона в керамической шихте претерпевает определенные физико-химические превращения, образуя черепок с канальной пористостью и развитой поверхностью, способной к адсорбции ИТМ и частично нефтепродуктов.

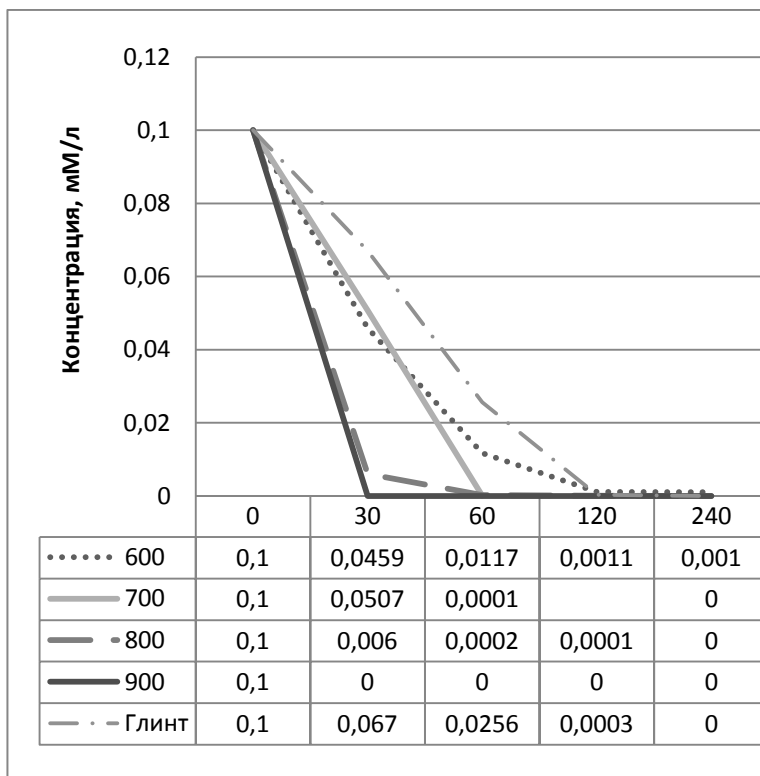
Дробленый пенобетон автоклавного твердения, был отсеян на сите №1 для получения грансостава, пригодного для изготовления гранулированного фильтрующего материала. В зависимости от процентного содержания глины и пенобетона было получено 4 состава: 50\*50, 60\*40, 70\*30, 80\*20. Гранулы получали вручную, протирая керамическую шихту влажностью около 30 % через сито с ячейками размером 3 мм. Каждый состав был высушен при температуре 120 °С и обожжен при температурах: 600°, 700°, 800°, 900 °С. В конечном итоге было получено 16 различных вариантов фильтрующего материала различного состава и температуры обжига.

Все образцы были исследованы на поглощающие свойства по отношению к ИТМ. В качестве имитата сточных вод использовался растворы ионов кадмия, свинца и меди с концентрацией  $10^{-3}$  моль/л и  $10^{-4}$  моль/л. Выбор был обусловлен тем, что эти металлы в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсичных свойств.

Было выбрано оптимальное время контакта имитата загрязненных вод с ионами свинца с фильтрующим материалом (рис. 1.), которое было принято равное 30 мин.

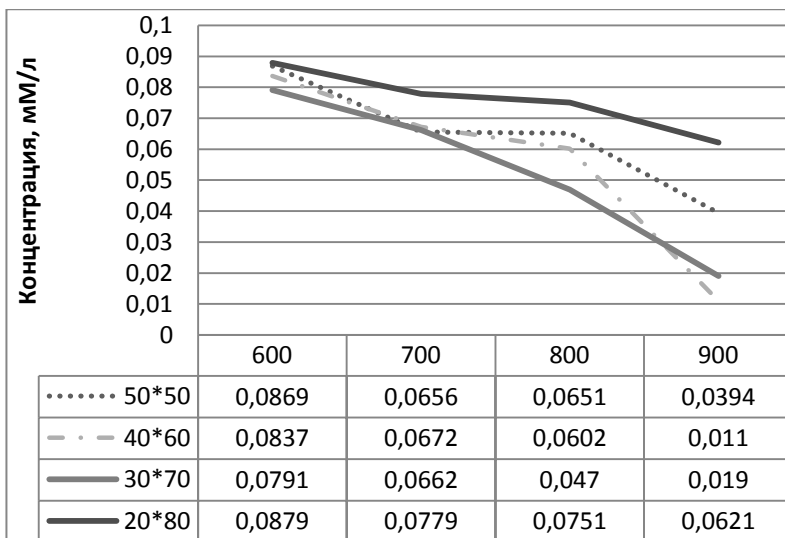
Для сравнения эксплуатационных свойств разработанного фильтрующего материала был взят сорбент «Глинт», выпускаемый фирмой ЗАО «Квант-минерал», близкий по составу и назначению. Анализируя рис. 1, можно сделать вывод, что у сорбента «Глинт» поглощательная способность меньше и требуется большее время контакта.

Результаты исследования проб имитата сточной воды после контакта с образцами различного состава и разной температуры обжига представлены на рис. 2,3,4.

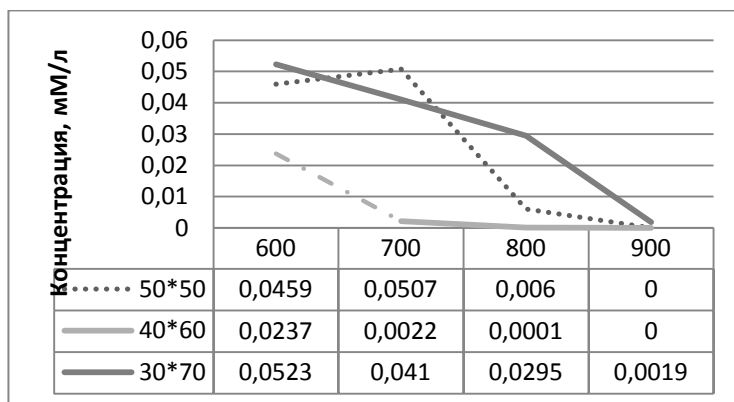


***Рисунок 1. Определение оптимального времени контакта имитата сточной воды с сорбентом (на примере ионов свинца)***

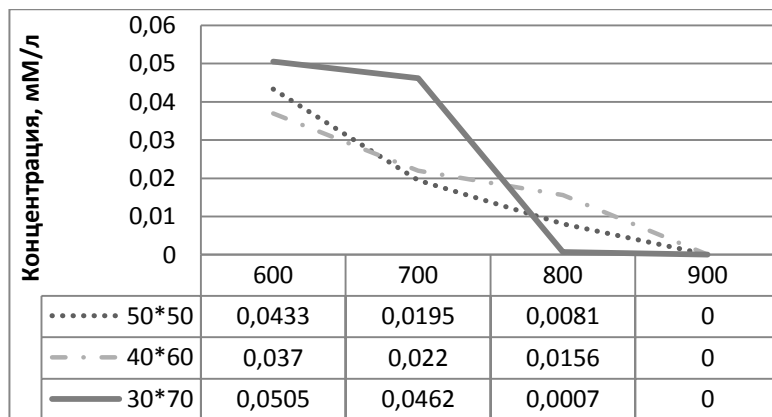




**Рисунок 2. Зависимость поглощающих свойств сорбента по отношению к ионам кадмия от состава и температуры обжига**



**Рисунок 3. Зависимость поглощающих свойств сорбента по отношению к ионам свинца от состава и температуры обжига**



**Рисунок 4. Зависимость поглощающих свойств сорбента по отношению к ионам меди от состава и температуры обжига**

Анализируя полученные данные и учитывая необходимость прочностных характеристик получаемого фильтрующего материала, можно сделать вывод, что достаточной прочностью и адсорбирующей способностью обладают составы с процентным соотношением глина-пенобетон 70\*30 и 60\*40 при температуре обжига 900°C, которые в дальнейшем исследовались в работе. Полученный фильтрующий материал остальных составов при затворении водой и интенсивном перемешивании распадался на более мелкие частицы из-за слабой прочности и далее не рассматривался.

Эффективность очистки и статическая емкость разработанного сорбента представлена в таблице.

Фильтрующий материал был исследован на способность удерживать нерастворимые нефтепродукты, была определена нефтеемкость, которая составила 0,3 г/г.

*Таблица 1.*

**Эффективность очистки и статическая ёмкость  
разработанного сорбента**

<b>ИТМ</b>	<b>Исходная концентрация</b>	<b>Конечная концентрация</b>	<b>Статическая ёмкость, мг/г</b>	<b>Эффект. очистки, %</b>
<b>Состав глина-пенобетон 60*40 — температура обжига 900°С</b>				
Pb <sup>2+</sup>	20,72	0	2,07	100
Cu <sup>2+</sup>	6,355	0,002	0,64	100
Cd <sup>2+</sup>	11,24	1,238	1	89
<b>Состав глина-пенобетон 70*30 — температура обжига 900°С</b>				
Pb <sup>2+</sup>	20,72	0,399	2,03	98
Cu <sup>2+</sup>	6,355	0	0,64	100
Cd <sup>2+</sup>	11,24	2,139	0,91	81

Таким образом, разработан алюмосиликатный сорбент, который достаточно эффективно очищает загрязненные воды от ИТМ и частично от нефтепродуктов. Такой сорбент может использоваться в качестве компонента комбинированной шихты для снаряжения фильтрующих патронов локальных фильтров очистки сточных и талых вод, например, в снегоплавильных установках.

**Список литературы:**

1. Масленникова Л.Л., Славина А.М. Использование отходов ячеистых бетонов при получении керамических материалов с улучшенными теплозащитными свойствами // Популярное бетоноведение. — 2009. — № 6 (32). — С. 30—35.
2. Шершнева М.В., Пузанова Ю.Е., Соловьева В.Я. Геоэкологический аспект использования кальцийсодержащих строительных отходов // Известия петербургского университета путей сообщения. — 2010. — Вып. 2 (23). — С. 261—267.

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОДЫ**

***Прокофьева Елена Васильевна***

*канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель  
Волгоградской академии МВД России,  
РФ, г. Волгоград  
E-mail: [olenyonok83@mail.ru](mailto:olenyonok83@mail.ru)*

***Шаркевич Игорь Вадимович***

*канд. физ.-мат. наук, доцент Московского государственного  
университета технологий и управления (МГУТУ),  
филиал в Волгоградской области,  
РФ, Волгоградская область, р. п. Светлый Яр  
E-mail: [igo.shar@yandex.ru](mailto:igo.shar@yandex.ru)*

***Мартынова Мария Игоревна***

*студент 5 курса  
Волгоградский государственный университет,  
РФ, г. Волгоград*

***Метрищева Диана Магомедовна***

*студент 5 курса  
Волгоградский государственный университет,  
РФ, г. Волгоград*

# INTEGRATED STUDY OF DIFFERENT KINDS OF WATER

***Elena Prokofyeva***

*candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior lecturer  
of Volgograd Academy of the Russian Internal Affairs Ministry,  
Russia, Volgograd*

***Igor Sharkevich***

*candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
associate professor of Moscow State University of Technology  
and Management (MSUTM), branch in Russia,  
Russia, Volgograd region, worker's settlement Svetlyy Yar*

***Maria Martynova***

*5<sup>th</sup> year student of Volgograd State University,  
Russia, Volgograd*

***Diana Metrishcheva***

*5<sup>th</sup> year student of Volgograd State University,  
Russia, Volgograd*

## АННОТАЦИЯ

Вода играет чрезвычайно важную роль в жизни человека, животного и растительного мира, и природы в целом. Две трети поверхности планеты занимают моря и океаны. В природе вода пребывает в постоянном круговороте. В данной работе представлен обзор исследований проведенных с одиннадцатью видами воды. Отличительной особенностью данной работы является то, что рассмотрены некоторые виды вод, ранее никогда и нигде не исследованные. Получен и проанализирован элементный состав испытуемых образцов воды, а также изучены их физические свойства.

## ABSTRACT

Water plays immensely a key role in life of human, animal and plant and nature as a whole. Two-thirds of earth surface are occupied by seas and oceans. Water is naturally in constant circulation. This article presents a study review conducted with 11 kinds of water. A distinctive feature of this work is that there are considered some kinds of water which have never and nowhere been studied before. Ultimate composition of test water samples

has been obtained and analyzed; physical properties of samples have been examined.

**Ключевые слова:** вода; физико-химические свойства; элементарный состав; вязкость; сопротивление; атомно-эмиссионный анализ; инфракрасная — спектроскопия.

**Keywords:** water; physicochemical properties; ultimate composition; viscosity; resistance; atomic emission analysis; infrared spectroscopy.

Из-за широкого распространения воды в природе она стала эталоном многих физических характеристик. Так, например, плотность и вязкость воды приняты за единицу. Сегодня уже известно, что вода имеет 42 различных вида. Вода обладает различными физическими и химическими свойствами.

Многие исследователи раскрывают все более тонкие и сложные механизмы «внутренней организации» водной массы. Изучение воды дает все новые факты, углубляя и усложняя наше представления об окружающем мире. Развитие этих представлений помогает нам понять свойства воды и особенности взаимодействия ее с другими веществами. Химический состав вод может быть одинаков, а их воздействия на организм разное, потому что каждая вода формировалась в конкретных условиях.

В данной работе представлены результаты исследования 11 различных видов воды. Комплексное физико-химическое исследование было осуществлено посредством атомно-эмиссионного анализа, инфракрасной-спектроскопии, физического измерения вязкости и сопротивления т. п. Все исследуемые объекты воды, для удобства проведения исследований, хранились в двух агрегатных состояниях: жидком (при комнатной температуре); твердом (лед). Были рассмотрены следующие виды вод (объекты исследования): 1. Дистиллированная вода, которая представляет собой очищенную воду, практически не содержащую примесей и посторонних включений, которую получают перегонкой в специальных аппаратах — дистилляторах; 2. Талый снег (таялая вода) — вода, образовавшаяся в результате таяния льда или снега, в такой воде не содержится дейтерий, который наносит большой вред организму; 3. Родниковая вода (подземные вода) — вода, которая находится в толще горных пород верхней части земной коры (до глубины 12—16 км) в парообразном, твердом и жидком состояниях, такая вода является частью водных ресурсов Земли; 4. Минеральная вода, характеризуется наличием определённых минеральных солей, газов, органических веществ и других химических соединений, в отличие

от питьевых вод; 5. Осеребренная вода, вода насыщенная положительно заряженными ионами серебра  $Ag^+$ , которую можно получить путем фильтрации воды через осеребритель воды или путем погружения серебряного предмета в воду; 6. Тяжелая вода (также оксид дейтерия). Тяжёловодородная вода имеет ту же химическую формулу, что и обычная вода, но вместо атомов обычного лёгкого изотопа водорода содержит два атома тяжёлого изотопа водорода — дейтерия; 7. Вода подземная из скважины (глубина 40 м); 8. Водопроводная вода, представляет собой воду, поступающую для потребления из крана, которая доставляется в дома коммунальным предприятием по водоснабжению; 9. Святая мусульманская вода — вода, освящённая во время обряда водоосвящения; 10. Святая православная вода — вода, освящённая во время обряда водоосвящения; 11. Вода подземная из колодца (глубина 8 м).

Объекты исследования были отобраны (получены):

1. Объект был получен перегонкой воды в дистилляторах;
2. Объект — снег, отобранный в феврале месяце при температуре  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Советском р-не г. Волгограда, и растопленный при комнатной температуре;
3. Объект был отобран на Ергенинском источнике г. Волгоград, Красноармейский район;
4. Объект исследования — минеральная вода «АкваМинерале», изготовитель: ООО "ПепсиКо Холдинг" Московская обл., Солнечногорский р-н;
5. Объект получен путем фильтрации воды через осеребритель воды "Новатон-IS-112";
6. Объект представляет собой, отработанную тяжелую воду из радиатора автотранспортного средства марки ВАЗ 2101;
7. Объект исследования — подземная вода из скважины (глубина 40 м), отобранная в р-не Береславского водохранилища г. Волгоград, садового общества «Здоровье»;
8. Объект — вода, отобранная из водопроводного крана образовательного учреждения в Советском р-не г. Волгограда;
9. Объект — вода, набранная из водопроводного крана в г. Грозный, Чечня, помещенная в чашу пророка Мухаммеда;
10. Объект — вода, набранная из водопроводного крана в христианский праздник «Крещения» г. Волгоград, Красноармейский район;
11. Объект отобран из колодца глубиной 8 м в Астраханской области, с. Старица, в близком расположении от подземной речки Коренной ер.

Выбранные объекты воды были исследованы методами ИК-спектроскопии и атомно-эмиссионного анализа, также для каждого вида воды была определена вязкость. В общем смысле, ИК-спектроскопия предназначена для исследования оптических спектров в инфракрасной (ИК) области, а также для количественного анализа исследуемых объектов. Под спектральным анализом понимают физический метод анализа химического состава вещества, основанный на исследовании

спектров испускания и поглощения атомов и молекул. С помощью спектрального анализа могут решаться различные аналитические задачи, касающиеся определения элементного состава исследуемых образцов. Спектральный анализ, основанный на использовании оптических спектров испускания атомов и ионов, называют эмиссионным спектральным анализом.

В ходе проведения ИК–спектроскопии были получены следующие результаты: дистиллированная вода:  $RR'C=CH_2$ , производные алкилбензолов, ароматические углеводороды, карбонильные соединения; талый снег: производные алкилбензолов, карбонильные соединения; родниковая вода: арилдисульфиды,  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены, моноалкилацетилены; минеральная вода:  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены; осеребренная: арилдисульфиды,  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены; тяжелая (отработанная вода из радиатора): арилдисульфиды,  $RHC=CH_2$ ; вода из скважины (глубина 40 м):  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены; водопроводная:  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены; святая мусульманская вода:  $RR'C=CH_2$ , производные алкилбензолов; святая православная вода: производные алкилбензолов; вода из колодца:  $RHC=CH_2$ , моноалкилацетилены, моноалкилацетилены.

По результатам АЭА было установлено наличие следующих химических элементов: дистиллированная вода: Fe, Mg, Si, Ca; талый снег: Fe, Mg, Si, Ca, Cu, A; родниковая вода: Fe, Mg, Si, Ca, Cu; минеральная вода: Fe, Mg, Si, Ca; осеребренная: Fe, Mg, Si, Cu, Al; тяжелая: Fe, Mg, Si, Cu, Sn; вода из скважины (глубина 40 м): Fe, Mg, Si, Ti; водопроводная: Fe, Mg, Ca, Cu, Ti, Cr; святая мусульманская вода: Fe, Mg, Si, Ca; святая православная вода: Fe, Mg, Si, Ca; вода из колодца: Fe, Mg, Si, Ca

В ходе измерения вязкости было установлено, что все образцы обладают различной вязкостью: дистиллированная вода — 1,007; талый снег — 1,011; родниковая вода — 0,975; минеральная вода — 1,022; осеребренная — 1,015; тяжелая (отработанная вода из радиатора) — 1,016; вода из скважины (глубина 40 м) — 0,978; водопроводная — 0,993; святая мусульманская вода — 1,004; святая православная вода — 0,996; вода из колодца — 0,990. Прделанное комплексное исследование различных видов воды, позволило еще раз убедиться в том, что вода уникальна по своим характеристикам и свойствам.



*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**Научное издание**

**«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ –  
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

Сборник статей по материалам  
XXXV международной научно-практической конференции

№ 6 (31)  
Июнь 2014 г.

Подписано в печать 01.07.14. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 6,625. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»  
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3