



НГТУ



НЭТИ



СибГУТИ



РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# Интеллектуальный потенциал Сибири

## СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Новосибирск, 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СОВЕТ РЕКТОРОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ

27-я Региональная научная студенческая конференция  
г. Новосибирск, 23-25 сентября 2019 г.

Часть 2

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК  
2019

УДК 62(063)  
ББК 72(253)я431  
И 23

**И 23 Интеллектуальный потенциал Сибири:** 27-я Региональная научная студенческая конференция (г. Новосибирск, 23-25 сентября 2019 г.): материалы конференции: в 3 частях / Под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.

ISBN 978-5-7782-4020-9

Часть 2: Сборник научных трудов. – 424 с.

ISBN 978-5-7782-4022-3

В сборнике опубликованы результаты научных исследований студентов и аспирантов Высших учебных заведений, представленных на 27-й Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири».

Сборник научных трудов представляет интерес для специалистов в различных областях знаний, учащихся, работников системы высшего образования и Российской академии наук, а также руководителей организаций, занимающихся вопросами внедрения актуальных научных разработок.

В части 1 сборника опубликованы материалы по направлениям «Современные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук», «Современные проблемы искусствоведения и культурологии» и «Современные проблемы медицинских и биологических наук».

В части 2 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы естественных наук», «Современные проблемы технических наук».

В части 3 опубликованы статьи, отобранные по результатам работы конференции.

---

#### **ВУЗЫ-ОРГАНИЗАТОРЫ**

Новосибирский государственный технический университет  
Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»  
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств  
Новосибирский государственный медицинский университет  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
Новосибирский государственный педагогический университет  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий

**УДК 62(063)**  
**ББК 72(253)я431**

**ISBN 978-5-7782-4022-3 (Ч.2)**

© Коллектив авторов, 2019

**ISBN 978-5-7782-4020-9**

© Совет Ректоров  
Новосибирской области, 2019

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

## СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

### СИНТЕЗ НОВЫХ ВОДО- И ЖИРОРАСТВОРИМЫХ АНТИОКСИДАНТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОХИНОНА

А. Аннакулов, В.Н. Никитин, А.С. Брезгина  
Новосибирский государственный педагогический университет  
nastia12.08@mail.ru

*В данной работе описано получение новых перспективных водо- и жирорастворимых антиоксидантов на основе гидрохинона, используя основание Манниха в качестве промежуточного продукта.*

**Ключевые слова:** гидрохинон, основание Манниха, антиоксидантная активность

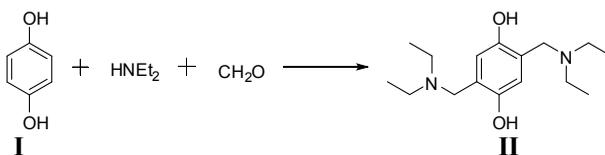
Классические представители фенольных антиоксидантов – алкилированные фенолы – интенсивно изучались во второй половине прошлого века, и возможности повышения их эффективности путем варьирования алкильных заместителей принято считать исчерпанными. Перспективны направления поиска новых фенольных антиоксидантов связывают с синтезом полифункциональных соединений, сочетающих в своей структуре несколько антиоксидантно активных групп с разным механизмом противоокислительного действия. Среди таких антиоксидантов, с нашей точки зрения, наиболее интересной группой являются, серосодержащие фенольные соединения бензильного типа, обладающие антирадикальной активностью фенольных фрагментов и оказывающие противопероксидное действие за счёт серосодержащих групп. Процесс получения бензильных производных хорошо изучен для алкилированных фенолов. Применимость известных подходов к двухатомным фенолам активно изучается в последнее время.

В качестве исходного соединения нами был выбран гидрохинон (I), способы получения серосодержащих антиоксидантов на его основе изучаются в последнее время на кафедре химии НГПУ. Для расширения области применения серосодержащих производных гидрохинона актуально получение как водо-, так и жирорастворимых соединений.

Существуют различные способы введения алкилтиометильных групп в молекулу фенола как в одну, так и в несколько стадий. Мы обратили свое внимание на двухстадийный способ получения, а именно на реакцию Манниха, так как этот подход хорошо исследован и отработан для получения липофильных производных гидрохинона. Для изучения влияния алкильных заместителей сульфидного фрагмента на общую антиоксидантную активность (АОА) необходимо получение соединений с различным пространственным экранированием. Представляет интерес введение в структуру дополнительных фенольных колец и проверка их влияния на АОА в сравнении с уже известными антиоксидантами, имеющими алифатические алкильные заместители.

Те же методы, с несущественными изменениями, могут применяться и для синтеза гидрофильных производных, являющихся перспективными за счёт высокой биологической доступности.

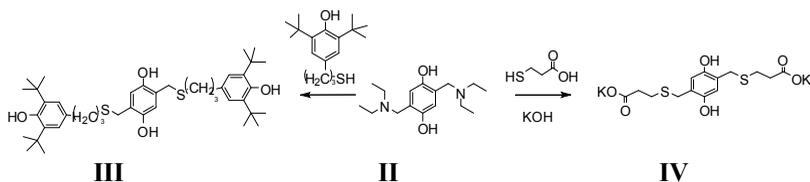
Получение основания Манниха (II) осуществляли следующим способом (рисунок 1):



**Рисунок 1 – Получение основания Манниха**

Дальнейшее замещение аминогрупп на серосодержащие фрагменты осуществляли по схеме, представленной на рисунке 2:

Схема 2



**Рисунок 2 – Получение основания Манниха**

Взаимодействие основания Манниха с 3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксифенил)пропантиолом-1 проводили в этиленгликоле в течение 4-х часов при 140 °С в инертной среде. Получили порошок кремового цвета (III) (СОВ 98%) с выходом до 81 %. Полученное соединение

хорошо растворимо в животных и растительных жирах, а также в большинстве органических растворителей, но не растворимо в воде.

Синтез продукта (IV) проводили в этиленгликоле и его эфирах, в течение 2-х часов при 120 °С в инертной среде. В результате данного превращения было получено белое кристаллическое вещество (СОВ 98%) с выходом до 80%. Полученное соединение хорошо растворимо в воде и не растворимо в большинстве органических растворителей.

Строение полученных соединений (III и IV) установлено современными физико-химическими методами. Также выявлена высокая антиоксидантная активность новых серосодержащих производных гидрохинона.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА НАГРЕТОЙ МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ, КАК МОДЕЛИ ЧЕРНОГО ТЕЛА**

О.В. Вашлаева, С.А. Погожих

Новосибирский государственный педагогический университет,  
spog@yandex.ru

*В работе рассматривается эксперимент по определению спектральной характеристики модели абсолютно черного тела. Описывается опыт, проведенный по исследованию спектра полости нагретой муфельной печи.*

**Ключевые слова:** тепловое излучение, абсолютное черное тело, спектр

В большинстве случаев свечение тел обусловлено их нагреванием. Такой вид свечения называется тепловым излучением. Опыты показывают, что только тепловое излучение способно находится в термодинамическом равновесии с веществом. Данное электромагнитное излучение называется равновесным. Оно обусловлено тем, что интенсивность теплового излучения возрастает с повышением температуры.

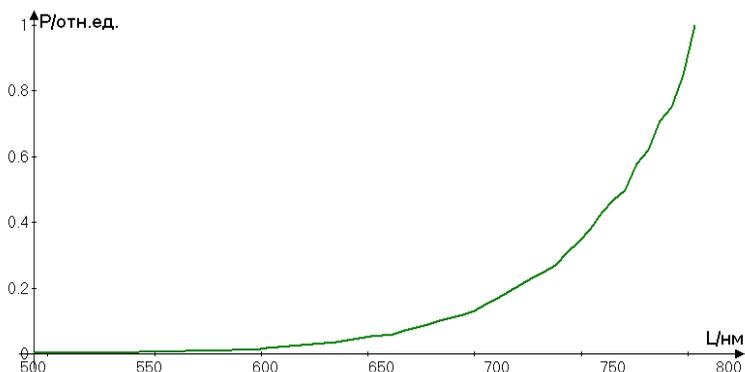
Абсолютно черными телами называются такие тела, которые поглощают весь поток падающей на них энергии. Абсолютно черных тел в природе не существует, это идеализированная модель. В нашей работе мы использовали нагретую муфельную печь, как модель абсолютно черного тела, рассматривая ее, как замкнутую полость, температура в которой одинаковая. При равновесном излучении, стенки полости будут излучать и поглощать электромагнитные волны таким образом, что количество излученной энергии будет равно количеству

поглощенной энергии. В качестве излучателя использовалось смотровое отверстие малого диаметра в дверце печи. Для характеристики теплового излучения используется спектральная плотность излучения. Это величина зависит от температуры и от длины волны, но мы будем рассматривать в нашей работе зависимость энергии излучения тела только от длины волны при постоянной температуре. Данная величина при неизменной площади поверхности тела пропорциональна спектральной плотности излучения.

Спектральное излучение энергии в излучении абсолютно черного тела, нагретого до некоторой температуры, описывается формулой Планка. Она может быть задана в виде функции длины волны:

$$U_{\lambda} = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}.$$

Главной задачей нашей работы является получение спектра опытным путем и его исследование. В данной работе мы использовали установку, включающую в себя монохроматор и нагретую муфельную печь. Мы фиксировали значение вольтметра, подключенного к схеме фотоумножителя, которое является условной единицей излучения энергии муфельной печи, изменяя при этом длину исследуемой волны. Было проведено 3 серии измерений при приблизительно равной температуре (900°C). Построены графики зависимости длины волны от значений вольтметра, то есть спектральную характеристику нагретой муфельной печи (рисунок 1).



**Рисунок 1 – График зависимости мощности излучения от длины волны**

Из графика видно, что увеличение излучения тела увеличивается неравномерно. При небольших длинах волн, изменения энергии незначительны. При этом скорость возрастания энергии излучения быстро возрастает при длине волны 650 нм и больше.

Полученная зависимость близка к теоретической, рассчитанной по формуле Планка [1].

### **Список литературы**

1. Савельев И.В., Курс общей физики.// Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. Том 3. – М.: Наука, 1982. – 533 с.

## **МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДИСУЛЬФИДОВ ПОСРЕДСТВОМ ОКИСЛЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ТИОЛОВ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ**

А.А. Веригина, П.И. Пинко, С.С. Бауэр

Новосибирский государственный педагогический университет  
chem.nspu@gmail.com

*В данной работе рассмотрен способ получения дисульфидов посредством окисления производных тиолов серной кислотой и подобраны оптимальные условия синтеза дисульфидных производных фенолов.*

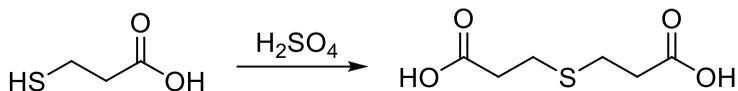
**Ключевые слова:** тиолы, дисульфиды, фенольные соединения

Тиолы – важнейшие представители серосодержащих органических соединений – широко распространены в природе и имеют значительную роль в биологических процессах. Так, аминокислота цистеин, имеющая в структуре молекулы SH-фрагмент, играет большую роль в процессе придания белкам необходимой конформации за счет образования дисульфидных мостиков, что ответственно за вклад в третичную и четвертичную структуру пептидов [1].

Дисульфидные группы являются важной структурной составляющей многих белков и полипептидных гормонов, например инсулина. Некоторые окислительно-восстановительные процессы в клетках живых организмов основаны на превращении SH-фрагмента в дисульфид –S–S– [2].

Наше внимание привлекла работа Эрленмейера 1861 г [3], в которой описывалось окисление тиолов в дисульфиды серной кислотой. Однако, в данной работе не указаны условия проведения данного процесса и выходы конечных продуктов.

Так, на примере тиопропионовой кислоты (рисунок 1) мы изучили способность окисления тиолов в дисульфиды концентрированной серной кислотой в различных условиях. В ходе работы были получены соответствующие экспериментальные данные (таблица 1).



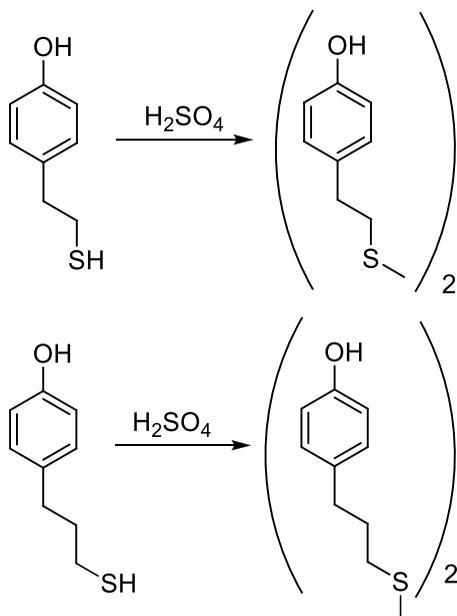
**Рисунок 1 – Окисления тиолов в дисульфиды концентрированной серной кислотой на примере тиопропионовой кислоты**

**Таблица 1 – Окисления тиопропионовой кислоты серной кислотой**

№	Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	(  ):(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Температура, °С	Время, ч	Выход, %
1	20	1:5	105-110	7	7
2	20	1:3	105-110	7	2
3	30	1:5	110-115	6	44
4	30	1:3	110-115	6	30
5	40	1:3	115-120	5	26
6	40	1:3	115-120	6	42
7	40	1:2	115-120	7	48
8	40	1:3	115-120	7	60
9	50	1:2	115-120	5	62
10	50	1:3	115-120	6	78
11	50	1:5	115-120	5	89
12	60	1:3	105-110	6	81
13	60	1:5	105-110	4	80
14	60	1,5	105-110	5	84

По результатам эксперимента наиболее оптимальными условиями окисления тиопропионовой кислоты в соответствующий дисульфид является проведение реакции в течение 5 ч при температуре 115-120°С с использованием 5-и кратного избытка 50% раствора серной кислоты.

На основании полученных данных было проведено окисление 4-(3-тиопропил)фенола и 4-(2-тиоэтил)фенола (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Окисление 4-(3-тиопропил)фенола и 4-(2-тиоэтил)фенола**

Соответствующие дисульфиды были получены с выходами 83% и 90%.

В результате проведенных экспериментов были определены оптимальных условий окисления тиолов серной кислотой.

### Список литературы

1. Соколовский В.В. // Тиоловые соединения и биохимические механизмы патологических процессов. Л.: ЛСГМИ, 1979. Т. 125. С. 5–9.
2. Получение и свойства органических соединений серы / В А Альфонсов, Л.И. Беленький, Н.Н. Власова и др.; Под ред. Л.И.Беленького. - М.: Химия, 1998.
3. Giessen : J. Ricker, 1849-88; Braunschweig Jahresbericht über die fortschritte der chemie und verwandter theile anderer wissenschaften.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ВОЗДУХА ПО ВЫТЕКАНИЮ ИЗ БАЛЛОНА ЧЕРЕЗ КАПИЛЛЯР

А.С. Волошкина, С.А. Погожих  
Новосибирский государственный педагогический университет,  
spog@yandex.ru

*В работе измеряется коэффициент вязкости воздуха с помощью цифрового измерительного комплекса (ЦИК) «Casio». Представлены (графически) результаты показаний.*

**Ключевые слова:** вязкость, капилляр, Casio, датчик относительного давления.

В газах вязкость (внутреннее трение) обусловлена хаотическим движением молекул, благодаря которому происходит обмен импульсом между движущимися слоями. При относительном сдвиге слоев газа этот обмен создает тенденцию к выравниванию скоростей, то есть препятствует сдвигу и порождает силу внутреннего трения. Количественной характеристикой этого свойства является динамическая вязкость (коэффициент внутреннего трения).

В работе для определения коэффициента вязкости использовалась следующая установка: в баллон, к которому через клапан был подсоединен капилляр, закачивался воздух. Затем открывался кран и, воздух через капилляр вытекал в атмосферу. При этом давление в баллоне непрерывно убывало. Зависимость давления в баллоне фиксировалась в зависимости от времени с помощью датчика относительного давления ЦИК «Casio» (рисунок 1). Калиброванный датчик [1] присоединялся к баллону через тройник рядом с капилляром.

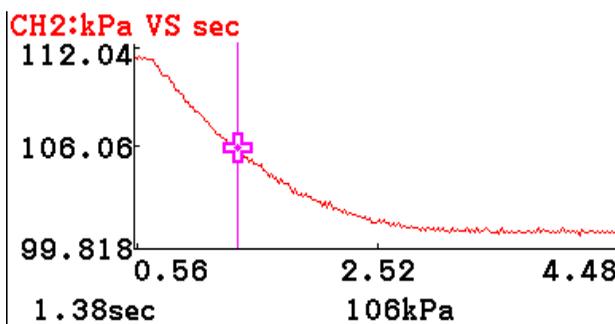


Рисунок 1 – Зависимость давления в баллоне от времени вытекания

Капилляр короткий, падение давления быстрое, поэтому удобно использовать автоматическое устройство (ЦИК «Casio» [2]), производящее автоматический замер быстротекающих процессов.

Для получения более точных значений вязкости, использовалось шесть капилляров, диаметры которых измеряли с помощью катетометра. Значения диаметров капилляров варьировались от 0,00018 м до 0,00133 м.

По полученным данным построили график зависимости  $\ln \Delta P(t)$  и убедились, что он представляет собой прямую линию.

На графике не было резких изломов, что свидетельствует о том, что течение воздуха из капилляра было ламинарным. Поэтому в дальнейших расчетах использовалась формула:

$$\eta = - \frac{\pi r^4 P}{8lV \left( \frac{\Delta \ln \Delta P}{\Delta t} \right)},$$

где  $r$  – радиус капилляра,  $P$  – давление в баллоне, на момент открывания крана,  $l$  – длина капилляра,  $V$  – объем баллона.

Для оценки изменения характера движения воздуха использовалась величина, называемая числом Рейнольдса:

$$R_e = \frac{\rho r^3 \Delta P}{4\eta^2 l}.$$

$R_e$  получилось меньше 1000, что еще раз подтверждает, что течение воздуха из капилляра было ламинарным.

В ходе расчетов, получили значение коэффициента вязкости воздуха, которое в целом совпадает с теоретическим значением –  $\eta_{\Gamma} = 18,5 \cdot 10^{-6}$  Па·с.

### Список литературы

1. Дедюха Л. А. Использование измерительного комплекса Casio в учебном физическом эксперименте // Педагогический профессионализм в образовании: Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции (Новосибирск, 18–19 февраля 2016 г.) / науч. ред. Е. В. Андриенко. – Новосибирск, 2016. Ч. 1. С. 161–165.
2. Погожих С.А. Цифровой измерительный комплекс Casio на основе графического калькулятора // Физическое образование в вузах. т. 23, №4, 2017. – с. 165-174.

## НУКЛЕАЦИЯ УГЛЕРОДА В ПЛАЗМЕННОМ ПОТОКЕ ГЕЛИЯ

В.Е. Ефремов, В.А. Попов  
Алтайский государственный технический университет  
pva379@mail.ru

*Рассмотрено формирование кластеров углерода в плазменном потоке гелия в рамках метода, учитывающего ширину энергетических уровней. Показано, что атомы углерода образуют вполне устойчивые димеры и, вполне возможно, многоатомные кластеры, содержащие только углерод. При этом могут образовываться системы He-C, быстро теряющие гелий при снятии возбуждений, а также быстро распадающиеся системы He-He.*

**Ключевые слова:** нуклеация, углерод, гелий, кластеры, электронная структура, полная энергия

Для получения тонких пленок и покрытий, для обработки поверхности, для создания новых материалов с внедренными в них нанометровыми частицами часто используют атомные пучки. Использование атомных пучков обеспечивает высокую скорость генерации частиц требуемой структуры и размеров, быструю их доставку к месту получения материала с заранее заданными свойствами. При этом цепь сложных неравновесных процессов сильно зависит от внешних условий и режимов генерации образующихся кластеров. Для управления этими процессами вводят инертный газ в качестве буферного газа. Для подавления агрегации или диссоциации кластеров часто используются лазерное излучение [1]. Наиболее глубокое и полное понимание таких процессов можно получить опираясь на теорию несамоспряженных операторов, собственные значения которых являются комплексным. Мнимая часть собственных значений оператора энергии, пропорциональная времени жизни возбуждения, имеет смысл ширины уровня энергии. Идея учитывать ширину атомных уровней впервые использовалась в [2]. Суть этой идеи состоит в использовании теории несамоспряженных операторов для описания орбитальных возбуждений атома. В этом случае собственные значения оператора момента импульса должны быть комплексными с квантовыми числами, равными  $l + x + iy$ , где  $l$  пробегает целочисленные значения. Параметр  $x$  отвечает за штарковский сдвиг энергетических уровней при  $y = 0$ , а параметр  $y$  – за уширение этих уровней при  $x = 0$ . Перебирая все возможные значения  $|x| < 0.5$  и  $|y| <$

0.5 в процессе поиска самосогласованных решений уравнения Шредингера можно проследить по минимуму полной энергии возбужденного атома и за его спектральными характеристиками, обусловленными орбитальными переходами электронов. Описание возбужденных состояний атомов изложено в [3], кластеров – в [4], кристаллов – в [5].

Эта идея применена для вычисления энергетической структуры атомных пучков углерода в плазменном потоке инертного гелия. Сначала рассмотрены результаты столкновения атомов углерода. Показано существование стабильной двухатомной системы  $C_2$  не только в основном, но и в возбужденных состояниях при межатомных расстояниях, равных 2.48, 14.1, 25.4, 32.1, 34.7 боровских радиусов, причем возбужденные состояния оказались достаточно долго живущими.

Далее рассмотрены результаты столкновения атомов гелия. Показано, что при возбуждении гелия, в нем образуются долгоживущие димеры, тем более устойчивые, чем больше значение параметра возбуждения, однако быстро распадающиеся при снятии возбуждений. Образующиеся при столкновениях системы He-C также быстро распадаются в условиях внешних возбуждений.

Таким образом, показано, что атомы углерода в плазменном потоке гелия образуют устойчивые димеры и, вполне возможно, многоатомные кластеры. При этом в условиях внешних возбуждений могут образовываться системы He-C, быстро теряющие гелий при снятии возбуждений, а также быстро распадающиеся системы He-He.

### **Список литературы**

1. Апатин В.М., Лохман В.Н., Макаров Г.Н., Огурок Н.-Д.Д., Рябов Е. А. Управление процессом образования кластеров в молекулярных пучках с помощью ИК-лазеров // ЖЭТФ. 2017. Т. 152. № 4(10). С. 627-640.
2. Янавичус А., Шучуров В. Водородные волновые функции, учитывающие ширину уровня // Литовский физический сборник. 1968. Т. 8. № 1-2. С. 47-51.
3. Попов А.В. Решение спектральной задачи для электронов в атоме, учитывающей ширину энергетических уровней // Оптика и спектроскопия. 2002. Т. 93. № 1. С. 5-7.

4. Попов А.В. Агрегация атомов лития // Журнал технической физики. 2010. Т. 80. Вып. 2. С. 29-35.
5. Попов А.В. Применение несамосопряженных операторов для описания электронных возбуждений в металлическом литии // Кристаллография. 2016. Т. 61. № 1. С. 5-9.

## ПОЛУЧЕНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ МАТРИЦ ДЯТ МЕТОДОМ СВ-СИНТЕЗА

К.С. Костюченко, А.А. Пермикин  
Томский политехнический университет,  
aap71@tpu.ru

*В работе представлены результаты по получению интерметаллидных матриц для дисперсионного ядерного топлива методом СВ-синтеза.*

**Ключевые слова:** ядерная техника, СВ-синтез, дисперсионное ядерное

В России наиболее распространены АЭС с легководным теплоносителем: ВВЭР и РБМК. Наибольшее распространение и развитие получил ВВЭР, его модификации – ВВЭР-1000, ВВЭР-1200. В настоящее время эти легководные энергетические реакторы в качестве топлива используют диоксид урана  $UO_2$ , так же ведутся разработки по внедрению в ядерно-топливный цикл уран-плутониевого (U-Pu) $O_2$  топлива (МОХ).

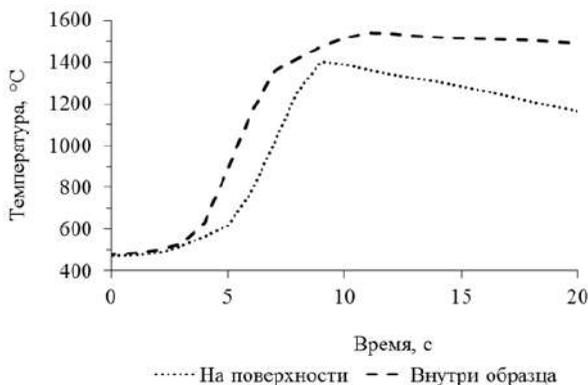
Но керамическое топливо имеет существенный недостаток – низкая теплопроводность. При использовании топливных элементов на его основе возникают термические напряжения, как следствие больших температурных градиентов, при таких жестких условиях эксплуатации твэлы могут повреждаться. Этот фактор ограничивает возможный уровень выгорания ядерного топлива, при повреждении твэлов, даже если ТВС не отработала положенный срок, ее заменяют из-за опасности попадания в теплоноситель продуктов деления.

Решить данную проблему позволяет использование дисперсионного ядерного топлива на основе интерметаллической матрицы. Твэлами дисперсионного типа называют такие, сердечник которых представляет собой неделиющуюся матрицу, в которую диспергированы частицы топлива. В качестве матриц предпочтительно использовать интерметаллидные соединения ввиду их теплофизических свойств.

Один из эффективных методов получения интерметаллидных соединений, которые могут быть использованы в качестве матрицы для

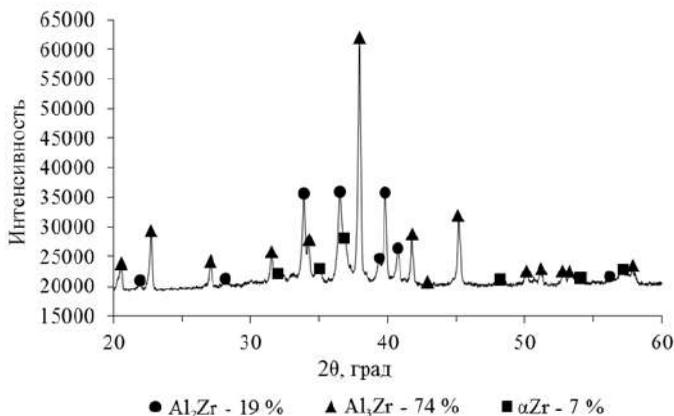
ДЯТ, основан на технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Суть данного процесса в реализации экзотермической реакции, распространяющейся в автоволновом режиме.

В рамках данной работы осуществлялся СВ-синтез матрицы на основе системы Zr-Al, термограмма процесса представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Термограмма СВС системы Zr-Al на воздухе**

После синтеза образец подвергался рентгенофазовому анализу, фазовый состав образцов приведен на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Рентгенофазовый состав матрицы системы Zr-Al**

### **Список литературы**

1. Семеновская И. В. Повышение эффективности использования исследовательских реакторов в мире // Атомная техника за рубежом. – 2014. – № 1. – С. 19.
2. Амосов, А. П. Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов [Текст] / А. П. Амосов, И. П. Боровинская, А. Г. Мержанов. – М.: Машиностроение, 2007. – 567 с.

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

## СЕКЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УРАВНЕНИЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Т.Н. Грязнова, П.А. Соколова, М.Н. Данилов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
danilov@sibstrin.ru

*Работа посвящена исследованию различных вычислительных алгоритмов интегрирования определяющих уравнений упругопластического материала. Алгоритмы реализованы на языке программирования MathCAD и на языке Fortran в виде подпрограммы «usermat.f» (технология «ANSYS User Programmable Features») для решателя ANSYS Mechanical APDL. Тестирование математических моделей и вычислительных алгоритмов выполняется на доступных экспериментальных данных.*

**Ключевые слова:** метод конечных элементов, ANSYS, MathCAD, упругопластический материал, определяющие уравнения

В настоящее время проектирование строительных конструкций ведется с применением современных конечно-элементных программных комплексов, таких как Лира, SCAD, ANSYS, Abaqus и другие. В них реализованы эффективные вычислительные алгоритмы решения краевой задачи для различных дифференциальных уравнений в частных производных с помощью метода конечных элементов [1]. Наиболее простой задачей является краевая задача для системы уравнений статической теории упругости [2], включающая уравнения равновесия, геометрические соотношения (соотношения Коши) и физические соотношения (закон Гука). Линейные физические соотношения в форме закона Гука справедливы только в случае малых деформаций, когда внутренняя структура материала не изменяется в процессе деформирования. В случае, когда внутренняя структура

материала изменяется в процессе деформирования, линейные соотношения заменяются на определяющие уравнения, представляющие в общем случае нелинейную зависимость между тензором напряжений и тензором деформации. При моделировании напряженно-деформированного состояния металлических конструкций используется система уравнений теории пластичности [2]. Существует большое количество математических моделей, описывающих деформирование упругопластических материалов. В программных комплексах реализованы наиболее универсальные модели, например [3] и эффективные вычислительные алгоритмы интегрирования определяющих уравнений, такие как метод возвратных отображений [3,4], метод наикратчайшей проекции [3,4], метод радиального возврата [3,4] и другие.

Настоящая работа посвящена исследованию различных вычислительных алгоритмов интегрирования определяющих уравнений упругопластического материала. Алгоритмы реализованы на языке программирования MathCAD и на языке Fortran в виде подпрограммы «usermat.f» (технология «ANSYS User Programmable Features») для решателя ANSYS Mechanical APDL. Тестирование математических моделей и вычислительных алгоритмов выполняется на доступных экспериментальных данных. Для этого на языке MathCAD реализован алгоритм метода конечных элементов и алгоритм метода Ньютона-Рафсона для решения задач в 1D/2D постановке.

### **Список литературы**

1. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация: Пер. с англ. М.: Мир. 1986.
2. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. М.: Высшая школа. 1982. 264 с.
3. Simo J.C., Hughes T.J.R. Computational inelasticity (Interdisciplinary Appl. Math., Vol. 7). New York: Springer-Verlag. 1998. 406 p.
4. Семнов А.С. Вычислительные методы в теории пластичности. СПб : Издательство Политехнического университета, 2008.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ»

И.А. Попова, С.И. Коцкая, А.А. Белкин  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
a\_belkin@ngs.ru

*В докладе представлена электронная лабораторная работа по молекулярно-динамическому моделированию газового осциллятора с учетом вязкого сопротивления. Работа позволяет наглядно познакомиться с основами такого моделирования и характеристиками затухающих колебаний: частотой, амплитудой, декрементом затухания.*

**Ключевые слова:** затухающие колебания, газовый осциллятор, метод молекулярной динамики.

Целью данной работы было создание электронного обучающего материала по моделированию газового осциллятора методом молекулярной динамики (МД). Электронные обучающие системы, частью которых являются лабораторные работы на ЭВМ, получают сегодня широкое распространение. Они позволяют излагать материал в наглядной форме и изучать его самостоятельно, в том числе дистанционно. Еще одним преимуществом является отсутствие лабораторного оборудования и обслуживающего его персонала.

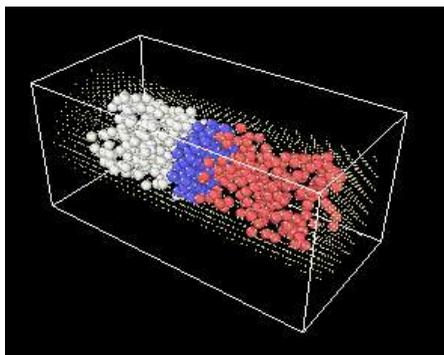
В свою очередь, колебания широко распространены в природе и технике, поэтому изучаются во всех технических университетах. Таким образом, тематика работы достаточно актуальна. Актуальность также связана с обучением студентов основам интенсивно развивающегося молекулярно-динамического моделирования. Он является уникальным инструментом изучения наноразмерных объектов, в частности наножидкостей [1].

В ходе работы было решено несколько основных задач. Первая – ознакомление с методом МД и программным пакетом LAMMPS [2]. Данный метод основан на моделировании веществ (газов, жидкостей, кристаллов) набором молекул с заданным законом взаимодействия между ними [3]. Пакет LAMMPS имеет встроенную базу потенциалов взаимодействия, а также набор функций для управления системой молекул и измерения ее характеристик. Он находится в открытом доступе и может быть установлен на практически любой ПК.

Второй задачей было создание МД модели наноразмерного газового осциллятора. Он состоит из заполненного молекулами газа полого цилиндра с подвижной твердым непроницаемым поршнем (рис. 1), поршень делит газ на две области. Искусственно сдвинув его из положения равновесия, мы инициируем колебания поршня. Движение молекул газа сопровождается вязким сопротивлением, что приводит к затуханию колебаний.

Наконец, последней задачей было определение зависимостей характеристик колебаний (в частности, частоты и декремента затуханий) от массы поршня и свойств газа. Эта задача также была решена, данные моделирования сопоставлены с известными аналитическими формулами. Определение этих зависимостей будет и целью студентов при выполнении лабораторной работы.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ №19-01-00399 с использованием программного пакета открытого доступа LAMMPS [2] и программы визуализации движения молекул открытого доступа OVITO [4].



**Рисунок 1 – Ячейка моделирования**

### **Список литературы**

1. В. Я. Рудяк, А. А. Белкин Моделирование коэффициентов переноса наножидкостей. Наносистемы : физика, химия, математика. 2010. Т. 1. № 1. С. 156-177.
2. <https://lammps.sandia.gov>
3. М. Р. Allen, D. J. Tildesley. Computer simulation of liquids. Oxford University Press. 1989.
4. <https://www.ovito.org>

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА В НАНОГАЗОВЗВЕСИ

Д.Н. Любимов, Е.В. Лежнев  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
lionlev@yandex.ru

*В данной работе предлагается стохастический метод моделирования коэффициента вязкости в наногазовзвеси. В случае разреженного газа есть возможность ввести время свободного пробега, что позволяет существенно сократить время поиска пары для взаимодействия. Таким образом были смоделированы коэффициенты вязкости газов во взвесах из наночастицы урана и водорода, а также цинка и неона*

**Ключевые слова:** коэффициенты переноса, вязкость газа, наногазовзвесь, стохастическое моделирование, разреженный газ, наночастица

Молекулярное моделирование процессов переноса является важным методом получения информации о коэффициентах переноса. Однако моделирование вязкости наночастиц в газозвеси методом молекулярной динамики невозможно из-за необходимости использования огромного числа молекул газа. Поэтому актуальна разработка альтернативного метода [1, 2]. В работах [1, 2] был развит стохастический алгоритм моделирования процессов переноса в разреженных газах. В данной работе этот алгоритм обобщается для моделирования разреженных наногазовзвесей. Его тестирование осуществлено на примере моделирования коэффициента вязкости газов во взвесах U-H<sub>2</sub>, Zn-Ne.

Поскольку рассматривается газозвесь при атмосферном давлении, то длина свободного пробега молекул несущего газа много больше размера дисперсных наночастиц. Это, в частности, означает, что коэффициенты переноса будут зависеть только от скоростей. Взаимодействие молекул между собой описывается потенциалом Леннарда–Джонса, а взаимодействие наночастицы с молекулами несущего газа – потенциалом Краснолуцкого–Рудяка [3].

Результатом расчета является полный набор скоростей всех молекул и наночастицы моделируемой системы в последовательные моменты времени. Используя эту информацию, можно рассчитать практически все наблюдаемые характеристики газа, включая коэффициент вязкости.

В последнем случае применяются флуктуационно-диссипационные соотношения.

В данной работе были смоделированы коэффициенты вязкости газов во взвесах из наночастиц урана и цинка с водородом и неоном соответственно при атмосферном давлении, различных температурах (от 200 К до 1000 К) и различных объемных концентрациях наночастиц (от 0.0002 до 0.0008). В результате моделирования относительная точность не превышала 4 %. При этом во взвеси Zn-Ne с ростом концентрации наночастиц вязкость неона убывала, а во взвеси U-H<sub>2</sub> вязкость водорода возрастала, что согласуется с экспериментами, приведенными в [4].

Данная работа была частично профинансирована грантами РФФИ № 17-01-00040 и № 19-01-00399.

### **Список литературы**

1. Рудяк В. Я., Лежнев Е. В. Стохастический метод моделирования коэффициентов переноса разреженного газа // Матем. моделирование. 2017. Т. 29. № 3. С. 113–122.
2. Rudyak V. Ya., Lezhnev E. V. Stochastic algorithm for simulating gas transport coefficients // J. of Computational Physics. 2018. Vol. 355. P. 95–103.
3. Рудяк В. Я., Краснолуцкий С. Л. Диффузия наночастиц в разреженном газе // ЖТФ. 2002. Т. 72. Вып. 7. С. 13–20.
4. Рудяк В. Я., Белкин А.А., Краснолуцкий С. Л. К статистической теории процессов переноса наночастиц в газах и жидкостях // Теплофизика и аэромеханика. 2005. Т. 12. № 4. С. 525-544.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТЕЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА**

Т.А. Мухамедишин, Ж.С. Першина  
Новосибирский государственный технический университет  
muhamedishin.timur@gmail.com

Одним из направлений развития компьютерного зрения является решение задачи распознавания и оценки положения частей тела человека в пространстве. Данное решение находит применение в тех областях, в которых требуется анализ действий человека. На сегодняшний день существует два подхода к решению обозначенной задачи: подходы, основанные на анализе RGB-изображений и подходы

на основе анализа карты глубины (англ. depth map).

В рамках этой работы выбран подход, основанный на карте глубины, получаемой с использованием RGB-D сенсора и разработано программное обеспечение для интерактивного скалодрома, позволяющее выполнять оценку положения частей тела человека на скалолазном стенде и соотносить их с проецируемой на стенд графикой.

Проведены эксперименты и выполнено тестирование, в ходе которых алгоритм подтвердил свою работоспособность, но при этом были выявлены ограничения, в частности, расстояние от скалолазного стенда до RGB-D сенсора должно составлять не менее 1.8 м. Однако данные ограничения не являются критичными и вносят лишь дополнительные требования к размещению оборудования при эксплуатации системы интерактивного скалодрома.

## **РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ МОЗГА ПО СНИМКАМ МРТ**

В.С. Овсянников, В.И. Гужов  
Новосибирский государственный технический университет  
Ghost.osnk@gmail.com

*Поскольку для постановки диагноза врачу необходимо изучать каждый отдельный МРТ-снимок интересующей области, это замедляет его работу и, следовательно, постановку диагноза. Для решения данной проблемы было решено разработать программу для автоматического построения 3D – модели коры головного мозга. Однако, на снимке, полученном в результате МРТ, помимо непосредственно мозга присутствуют глаза, нос, череп и т.д., что делает невозможным построение модели из исходных изображений. В связи с этим необходимо разработать алгоритм для автоматического выделения профиля мозга, что и является темой данной работы.*

Цель доклада – продемонстрировать разработанную компьютерную систему, предназначенную для автоматического выделения профиля мозга из кадров, полученных в ходе магнитно-резонансной томографии (МРТ).

На сегодняшний день магнитно-резонансная томография занимает ключевую позицию в области клинического исследования, обеспечивая возможность визуального отображения состояния внутренних органов человека. Но подобный подход обладает рядом недостатков, одним из которых является обязательное изучение каждого отдельного снимка

интересующей области, что замедляет работу врача и, следовательно, установку диагноза.

Для обработки изображений был разработан комплекс алгоритмов, который условно можно разделить на 2 части: предобработку и, непосредственно, обработку.

К алгоритмам предобработки относятся такие пункты как изменение контрастности и выравнивание цвета. Первый из них необходим для устранения зашумлённости изображений и для улучшения работы детектора границ. Второй же решает проблему «неоднородности» цвета, что позволяет использовать алгоритм удаления внешнего контура.

Алгоритм удаления внешнего контура состоит из трёх этапов, первым является «проход» от краёв изображения к его центру в целях поиска «недопустимых» пикселей, затем происходит углубление к центру от «недопустимых» пикселей на определённую величину. Последним этапом является непосредственно удаление внешнего контура.

Среди рассмотренных детекторов границ, наиболее точным оказался детектор границ Кенни, именно он и был использован в данном проекте.

Для доработки детектора границ был разработан алгоритм формирования замкнутого контура, состоящий из 3 этапов. Поиск разрывов; Анализ области около разрывов; Устранение разрывов.

Благодаря данному комплексу алгоритмов, можно получить изображение профиля головного мозга, которое, относительно «ручной» разметки будет иметь точность 87,91% по МСС.

### **Список литературы**

1. Создание алгоритма эквидистанты с применением методов контекстной среды [Электронный ресурс] URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2009/3/20.htm>;
2. Детектор границ Кенни [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/114589/>

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ АДАПТИВНЫХ СЕТОК ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В ГАЗАХ

Д.А. Сластная, И.А. Бедарев

Новосибирский государственный университет, ИТПМ СО РАН  
bedarev@itam.nsc.ru

*В данной работе с помощью метода адаптивной сетки численно решается задача о распаде произвольного разрыва. Изучены разрешающие свойства численного алгоритма. Найдена зависимость сгущения сетки от параметра функции монитора. Для аппроксимации по времени применяется схема типа Рунге-Кутты, а аппроксимации по пространству – метод TVD третьего порядка точности, основанный на расщеплении потоков Ван-Лиры.*

**Ключевые слова:** адаптивные сетки, конечно-разностные схемы, задача о распаде произвольного разрыва.

При движении летательного аппарата (ЛА) со скоростью, равной или большей скорости звука, из-за сильных возмущений среды наблюдается резкое изменение параметров потока, что приводит к перемене волновой картины течения и увеличению динамической и тепловой нагрузки на ЛА. В связи с этим для проектирования летательных аппаратов, их управления и оптимизации их формы необходимо достаточно точно предсказывать поведение потока.

С развитием вычислительной техники стало возможным изучение течений не только аналитическими и экспериментальными методами, но и с помощью математического моделирования уравнений газовой динамики и различных вычислительных подходов, в том числе методов адаптации расчетной сетки [1,3,4]. Использование криволинейных координат [2] позволяет строить сетки, изменяющиеся со временем, и сгущать координатные линии в местах, где ожидаются большие градиенты. Правильно построенная динамическая сетка способна развиваться вместе с физическим решением и сохранять высокую адаптивность к решению сложных структур, что приводит к высокой точности и эффективности метода, а также экономии вычислительных ресурсов. В данной работе с помощью метода адаптивной сетки численно решается задача о распаде произвольного разрыва.

В начальный момент времени параметры газа были выбраны следующим образом: слева от диафрагмы  $(\rho, p, u) = (1, 1, 0)$ , справа  $(\rho, p, u) = (0.125, 0.1, 0)$ . Задача о распаде разрыва с данными исходными

параметрами по-другому называется тест Сода. Диафрагма находится в начале координат. Шаг по времени на каждой итерации пересчитывался в зависимости от числа Куранта и текущего минимального шага по пространству. Шаг базовой расчетной сетки в начальный момент времени составляет 0.04. Полученная зависимость давления и плотности от координаты в момент времени  $T=1$  четко отображает три основные особенности, в которых происходит сгущение сетки (увеличивается концентрация точек): волна разряжения, контактный разрыв и ударная волна. Наличие таких областей подтверждает правильность выбранной методики адаптации сетки и способность вычислительного алгоритма правильно воспроизводить физические особенности исследуемого течения.

Также было исследовано влияние порядка аппроксимации по времени на точность решения. Для этого была использована разностная схема типа Рунге-Кутты с аппроксимацией по времени пятого порядка и точное решение уравнений Эйлера. Использование разностной схемы типа Рунге – Кутты позволило улучшить свойства монотонности численного решения и увеличить интервал устойчивости, что способствует проведению расчета с большим шагом по времени. Полученные данные демонстрируют хорошее разрешение разрывов, что указывает на увеличение разрешающей способности алгоритма и увеличение точности численного решения.

### **Список литературы**

1. Бедарев И.А., Федоров А.В., Тестирование метода адаптивных сеток на расчетах одномерных детонационных волн. – Вычислительные технологии, том 14, №3, 2009.
2. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2-х т.: Т. 2.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. -552 с., ил.
3. Cenicerros H.D., Hou T.Y., An efficient dynamically adaptive mesh for potentially singular solutions. – J. Comput. Phys. 172 (2001) 609–639.
4. Jin C., Xu K., An adaptive grid method for two-dimensional viscous flows. – J. Comput. Phys. 218 (2006) 68–81.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В БЕТОНЕ ПРИ ЗИМНЕМ БЕТОНИРОВАНИИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ

К.К.Табolina, Т.В. Богатырева  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
bogatyreva@sibstrin.ru

*Приведены данные исследований методом математического моделирования теплового состояния грунтового массива в окрестности куста буронабивных свай. Материал исследований направлен на оптимизацию технологического процесса устройства буронабивных свай в мерзлых грунтах.*

**Ключевые слова:** буронабивная свая, упрощенные физико - математические модели, процедура-функция в MathCAD и Ansys, распределение теплового поля.

В современных условиях строительства возросшая стоимость электроэнергии обусловила необходимость пересмотра традиционного подхода к обоснованию технологических режимов тепловой обработки бетона при зимнем бетонировании строительных конструкций.

Поэтому сбережение электрической энергии за счет оптимизации строительных процессов в зимнее время года – одно из важнейших направлений решения указанной проблемы.

При бетонировании буронабивных свай в мерзлом и сезонномерзлом грунте[2], применяемые традиционные методы расчётного обоснования температурного поля не позволяют с высокой точностью прогнозировать динамику оттаивания и промерзания грунта, находящегося в контакте со свайей, что не позволяет оптимизировать режим обогрева.

В соответствии с этим, при производстве указанного вида работ часто осознанно идут на повышенные энергозатраты, превышая оптимальные значения температуры источника тепловой энергии и продолжительности обогрева.

Традиционные методы расчетного обоснования параметров зимнего бетонирования основаны на среднеинтегральном учете теплового баланса.

Современные программные комплексы не ограничивают в выборе расчёта режимов обогрева, они позволяют определять тепловое влияние не только от одиночной буронабивной свае, но и в составе куста, обеспечивая оптимальную тепловую обработку бетона.

Выполненные исследования методом математического моделирования [1], позволили получить распределение температуры при бетонировании типового куста из 2-х буронабивных свай в бетоне и окружающем грунтовом массиве в различные периоды времени. При этом учитывается тепловая инерционность грунтового массива и самой сваи, т.е. параметры, соответствующие минимальным энергозатратам.

#### **Список литературы:**

1. Попов Ю. А. Энергосбережение при зимнем бетонировании строительных конструкций / Ю. А. Попов, Т. В. Завалишина, Г. Г. Турантаев и др. // Сб. тр. XXVII Сибирского теплофизического семинара. Новосибирск : Изд-во ИТ СО РАН, 2004. - С. 301-302.
2. Данилов Н.Н., Булгаков С.Н., Зимин М.П. Технология и организация строительного производства. – М.:Стройиздат, 1988. – 752 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ КВАДРАТНО-КОРНЕВОГО СИГМА-ТОЧЕЧНОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ**

Ю.С. Четвертакова, О.С. Черникова  
Новосибирский государственный технический университет  
chernikova@corp.nstu.ru

*В работе рассматривается эффективность использования квадратно-корневого сигма-точечного фильтра Калмана применительно к моделям стохастических нелинейных дискретных систем.*

**Ключевые слова:** квадратно-корневой сигма-точечный фильтр Калмана, дискретная модель, нелинейная фильтрация

При описании системы стохастическими нелинейными моделями в пространстве состояний со случайными шумами, подчиненными гауссовскому закону распределения, для решения задачи оценивания состояния системы прибегают к аппаратам расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) [1] и, распространенного в последнее время, сигма-точечного фильтра Калмана (UKF) [2].

ЕКФ основан на аппроксимации нелинейной модели соответствующим линейным аналогом, требующей вычисления матриц Якоби, что для некоторых модельных структур может приводить к нежелательным результатам. S.J. Julier в работе [3] предложил сигма-точечный фильтр, не использующий функциональные зависимости

модели, а подвергающий нелинейному преобразованию множество определенным образом вычисленных точек, на основе которых происходит оценивание параметров распределения вектора состояния.

Однако, как и в случае EKF, при использовании UKF возникает проблема расходимости фильтра, связанная с вырожденностью ковариационной матрицы одношагового предсказания. Данную проблему в некоторой степени позволяют решить алгоритмы квадратно-корневой фильтрации, в основе которых лежит техника QR-разложения / разложения Холецкого соответствующих ковариационных матриц.

В ходе работы был реализован алгоритм квадратно-корневого сигма-точечного фильтра (SRUKF) для нелинейных дискретных моделей [4] и проведены исследования его эффективности.

Рассмотрим следующую модель гауссовской нелинейной дискретной системы в пространстве состояний:

$$x(t_{k+1}) = 0.1x(t_k) + \frac{x(t_k)}{1 + x^2(t_k)} + 5.44 + w(t_k), \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

$$y(t_{k+1}) = \frac{x^2(t_{k+1})}{20} + v(t_{k+1}), \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (2)$$

Априорные предположения имеют вид

$$Q(t_0) = 1, R(t_1) = 0.1, \bar{x}(t_0) = 1, P(t_0) = 1, N = 101.$$

Для того, чтобы определить качество фильтрации в пространстве откликов, будем пользоваться следующей формулой:

$$\delta_y = \sqrt{\sum_{k=0}^{N-1} (y^*(t_{k+1}) - \hat{y}(t_{k+1}))^2}. \quad (3)$$

Здесь  $y^*(t_{k+1})$  – вектор измерений без шума (шумы системы и измерений отсутствуют),  $\hat{y}(t_{k+1})$  – вектор оценки измерений (по уравнениям UKF или SRUKF). Полученные результаты отражены в таблице 1.

**Таблица 1 – Численные результаты фильтрации с использованием UKF и SRUKF для модели (1)-(2)**

	№ запуска	UKF	SRUKF
$\delta_y$	1	6.6417	0.5246
	2	5.7321	0.5036
	3	5.4641	0.7275
	4	6.0790	0.5140
	5	6.4162	0.4663
	Среднее значение	6.0666	0.5472

Данные результаты показывают, что на некоторых моделях SRUKF показывает себя лучше, чем UKF. Это связано с тем, что при изменении параметров построения сигма-точек UKF может работать нестабильно, а его квадратно-корневая модификация при этом является устойчивой к этим изменениям. Работа была поддержана грантом НГТУ для проведения научно-иссл. работы (№018 – НСГ-19).

### **Список литературы**

1. Огарков М.А. Методы статистического оценивания параметров случайных процессов – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 208 с.
2. Sarkka S. On Unscented Kalman Filtering for State Estimation of Continuous-Time Nonlinear Systems // IEEE Trans. on Aut. Control. – 2007.
3. Julier S.J. A new extension of the Kalman filter to nonlinear systems // in Proc. Of AeroSense: The 11-th Int. Symp. on Aerosp./Def. Sensing, Simul. and Control. – 1997. – 12p.
4. Qi J. Dynamic State Estimation for Multi-Machine Power System by Unscented Kalman Filter with Enhanced Numerical Stability // IEEE Transactions on Smart Grid. – 2016. – PP. 1184-1196.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕКТониКИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ**

А.О. Ежов, М.Н. Данилов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
danilov@sibstrin.ru

*Целью работы является изучение логики архитектурного формообразования колонны Парфенона с помощью модуля топологической оптимизации ANSYS Mechanical*

**Ключевые слова:** топологическая оптимизация, ANSYS, Парфенон, колонна, памятники архитектуры, тектоника, формообразование, пропорционирование

В настоящее время в связи с быстрым развитием вычислительных технологий и электронно-вычислительных машин появилось множество новых методов исследования тектоники памятников архитектуры [1]. К таким методам относится фотограмметрия, лазерное сканирование, численное моделирование физических систем и

процессов с применением конечно-элементных [2,3] программных комплексов и другие современные методы.

Целью работы является изучение логики архитектурного формообразования, использующейся древними архитекторами. Помимо эстетических факторов необходимо найти объективные факторы, влияющие на формообразование и пропорционирование. Одним из таких факторов является конструктивно-тектонические свойства объектов архитектуры. Этот вопрос актуален в архитектуроведческом плане и поднимается в процессе обучения студентов-архитекторов истории архитектуры.

Современные конечно-элементные программные комплексы, такие как ANSYS Mechanical [4], Abaqus и другие активно используются в проектировании строительных конструкций. Методы топологической оптимизации [5] реализованы во многих подобных программных продуктах и в настоящее время находят широкое применение в архитектуре. Существует множество работ [6] посвященных исследованию памятников архитектуры с применением методов численного моделирования.

В работе с помощью конечно-элементного анализа исследовано напряженно-деформированное состояние колонны Парфенон. На основании анализа результатов моделирования в виде изополей напряжений в колонне определена ее несущая способность. Конструкции памятников архитектуры зачастую имеют множество трещин и сильно деформированы. Поэтому исследование их напряженно-деформированного состояния является важной задачей, решение которой необходимо для выработки мер по сохранению памятников архитектуры для будущих поколений.

Модуль топологической оптимизации ANSYS Mechanical применен для выявления факторов формообразования и пропорционирования колонны. Были сформулированы и решены ряд задач оптимизации и получены несколько вариантов оптимальной геометрии колонны. Сопоставляя полученную геометрию с существующей были сделаны выводы об излишнем использовании материала строителями Парфенона, что несомненно обусловлено низкой технологичностью производственного процесса, отсутствию практики предварительного расчета и композиционно-эстетическими принципами архитекторов того времени.

Использование в учебном процессе средств анализа напряженно-деформированного состояния конструкций и средств топологической оптимизации позволяет повысить качество подготовки студентов-

архитекторов, у которых образное мышление должно быть развито наряду с аналитическим мышлением.

### **Список литературы**

1. Радзюкевич А.В., Пальчунов С.Д. Архитектоника для архитекторов // АМІТ. 2009. №4 (9). С. 1-17.
2. Радзюкевич А.В., Козлов Г.В. Виртуальное моделирование физических процессов как новый инструментарий архитектурного формообразования // АМІТ. 2012. №4 (21). С. 1-11.
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред. Перевод с английского О.П. Троицкого и С.В. Соловьева под ред. докт. техн. наук Ю.К. Зарецкого.– М.: Недра, 1974.
4. Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В. Основы работы в ANSYS 17.– М.: ДМК Пресс, 2017.– 210 с.
5. Bendsoe М.Р., Sigmund О. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications.– Springer, 2003.– 271 p.
6. Konstantinidis D., Makris N. Seismic responseanalysis of multidrum classical columns // Earthquake Engineering and Structural Dynamics. 2005. No. 34. PP. 1243-1270.

## **LIVE – ОС КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ**

С.А. Ощепкова, А.Б. Колкер

Новосибирский государственный технический университет  
oshhepkova.2015@stud.nstu.ru, fiery77@yandex.ru

*Работа посвящена исследованию возможности реализации отказоустойчивой системы для обработки критических важных данных с использованием в качестве платформы live – операционной системы. Полученный программный комплекс реализован на высокоуровневом языке программирования Python с использованием сценариев на языке Bash. Тестирование полученной системы было проведено на задачах ФГБУ «СибНИГМИ».*

**Ключевые слова:** Live – операционная система, Tiny Core Linux, Python, отказоустойчивость

Была поставлена задача осуществления обработки критически важных данных с обеспечением наибольшей отказоустойчивости системы, так как возможные сбои могут привести к потере важных данных, необходимых для формирования метеорологических

прогнозов. Необходимо обеспечить прохождение потока данных через сервер на удаленные хосты. Учитывая, что данные приходят из одной подсети, но их обработка и перенаправление происходит в другой. Следовательно, необходимо реализовать механизм получения, первичной обработки и последующей передачи данных, а также постараться выполнить все технические требования, предъявляемые к системе с целью сохранения полноценного функционирования сервиса в любых условиях. К реализации подобной системы предъявляются следующие требования:

1. Возможность длительной автономной работы при пропадании электропитания.
2. Хорошая отказоустойчивость.
3. Обеспечение резервного копирования и хранения данных.

Длительная автономная работа системы была реализована связкой, состоящей из одноплатного компьютера и источника питания с интегрированным резервным питанием от аккумуляторной батареи. В качестве серверной операционной системы был выбран и сконфигурирован[1] один из дистрибутивов Linux – Tiny Core Linux. Так как работоспособность устройства не должна нарушаться вследствие нарушения целостности корневой файловой системы, вызванной отключением питания при разряде батареи, было решено использовать live – операционную систему в качестве серверной. Live операционные системы хранят основные системные файлы в виде компактного (упакованного) образа с доступом «исключительно чтение» что обеспечивает их эксплуатационные свойства:

- компактность
- безопасность. Основные файлы можно хранить на защищенном от записи разделе.
- отказоустойчивость к нарушениям файловой системы: корневая файловая система подобных дистрибутивов формируется заново из образа(слепка)
- возможность использования широкого спектра прикладного и системного программного обеспечения.

Так несмотря на их компактность для систем подобных данной разработке можно реализовывать программное обеспечение и программные комплексы на высокоуровневых языках программирования, таких как Python[2].

В ходе решения задачи был построен отказоустойчивый программно-аппаратный комплекс на базе live – операционной системы и связки одноплатного компьютера и источника питания, а также был реализован автоматизированный скрипт на языке Python, который

выполняет проверку наличия входящих данных, перемещение и резервное копирование с переименованием файлов в соответствии с внутренней логикой. Данный сервис выполняет передачу данных на удаленные хосты посредством протокола FTP, с возможностью информирования о сбоях в работе посредством протокола SMTP путем информирования по электронной почте. Работу системы контролирует ряд скриптов, которые приводятся в действие программой-демоном – стоп, которые выполняют информирование администратора о состоянии системы и выполняют перезапуск основного сервиса. Тестирование полученной системы было проведено на задачах ФГБУ «СибНИГМИ».

### **Список литературы**

1. Колисниченко Д. Н. Linux-сервер своими руками: М. Наука и Техника. 2008. 618 с.
2. Бизли Д. Python. Подробный справочник: Пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс. 2010. 864 с.

## **ВЛИЯНИЕ ИНЕРТНЫХ ЧАСТИЦ НА ПОВЕДЕНИЕ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В РЕАГИРУЮЩИХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ**

Е.С. Боченков, Д.А. Тропин

Новосибирский государственный университет, ИТПМ СО РАН  
d.a.tropin@itam.nsc.ru

*Целью работы является определение влияния параметров облака инертных частиц на ударную волну в реагирующих газовых смесях.*

**Ключевые слова:** ударная волна, детонация, инертные частицы

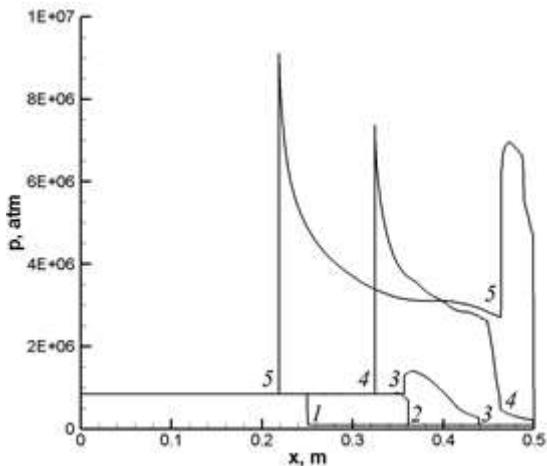
Исследование взаимодействия ударных волн (УВ) в реагирующих газовых смесях с облаками инертных частиц имеет важную роль в области взрыво- и пожаробезопасности, поскольку добавление инертных частиц приводит к подавлению воспламенения реагирующих газовых смесей.

Цель данного исследования – определить влияние параметров облака химически инертных частиц на УВ в реагирующих газовых смесях.

В данном исследовании используется физико-математическая модель для описания взаимодействия УВ в реагирующих газовых смесях с облаками химически инертных частиц из [1]. В качестве реагирующей газовой смеси в данном исследовании рассмотрена

водородо-воздушная газовая смесь. Детальная кинетика из [2] используется для описания химических реакций.

На рисунке (Рисунок 1) показано влияние облака инертных частиц на процесс инициирования детонационной волны (ДВ) при взаимодействии УВ с этим облаком. В качестве начальных данных была выбрана падающая УВ со скоростью 1120 м/с, вблизи жесткой стенки (от 0.35 м до 0.5 м) располагается облако инертных частиц диаметром 100 мкм и объемной концентрацией  $5 \times 10^{-3}$  (критическая объемная концентрация, срывающая ДВ в данной смеси). При взаимодействии падающей УВ с облаком инертных частиц происходит отражение части ударной волны от границы облака и последующее воспламенение и инициирование ДВ в этой отраженной части. В дальнейшем ДВ распространяется в сторону левого края трубы (рис. 1). На рисунке представлены распределения давления на различные моменты времени: в начальный момент времени  $t = 0$  с (распределение 1), в момент времени  $t = 10^{-4}$  с УВ достигает границы облака частиц (распределение 2), часть волны проходит в облако, а другая часть отражается от границы облака частиц (момент времени  $t = 2 \times 10^{-4}$  с, распределение 3). В момент времени  $t = 3 \times 10^{-4}$  с в отраженной части УВ наблюдается инициирование детонации (распределение 4). Это инициирование происходит из-за того, что часть УВ отражается от края облака частиц, температура газа за отраженной УВ становится больше предельной температуры воспламенения смеси. В данный момент времени видно УВ и ДВ, распространяющиеся в противоположные стороны (ДВ к левому краю трубы, УВ по газозвеси к правому), которые образовались в момент инициирования детонации при частичном отражении падающей УВ от границы облака частиц, а также вторую УВ, которая подошла к жесткой стенке. Позже, в момент времени  $t = 3.85 \times 10^{-4}$  с происходит отражение падающей УВ от жесткой стенки в ДВ, срыв которой наблюдается в момент времени  $t = 4 \times 10^{-4}$  с (распределение 5). Данный срыв вызван тем, что объемная концентрация частиц в облаке у торца трубы являются сверхкритической.



**Рисунок 1 - Распределение давления в ударной трубе с облаком частиц.**

### **Список литературы**

1. Фёдоров А.В., Тропин Д.А. Моделирование прохождения детонационной волны через облако частиц в двухскоростной двухтемпературной постановке // Физика горения и взрыва 2013. Т. 49, № 2. С. 61-70.
2. Бедарев И.А., Федоров А.В. Сравнительный анализ трех математических моделей воспламенения водорода // Физика горения и взрыва 2006. Т. 42, №1. С. 26-33.

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЕКЦИЯ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

## ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНА

Е.В. Евдокимов, А.Т. Пименов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)

*В данной статье рассматриваются особенности обработки железобетонных поверхностей гидрофобизирующей пропиткой с целью возможности продления эксплуатационных характеристик конструкций.*

**Ключевые слова: обработка, гидрофобизация, пропитка ПС-1, водонасыщение, морозостойкость**

Современные технологии позволили создать усовершенствованные стройматериалы, которые помогают сделать конструкции более долговечными. Одним из таких средств является гидрофобизатор. Целью работы обосновать применение гидрофобизирующих пропиток в строительстве.

Для осуществления цели решались следующие задачи:

- определить водопоглощение тяжелого бетона на образцах;
- провести испытания образцов бетона на морозостойкость;
- проанализировать полученные результаты.

Испытание проводили с помощью Пропитки Специальной ПС-1 (Пропиточная Смесь-1). Пропитка Специальная ПС-1 по химическому составу – это высокомолекулярное углеродное соединение.

Исследование влияния ПС-1 на водопоглощение образцов бетона проводили согласно ГОСТ 12730.3-78 [1]. Динамика изменения водопоглощения представлена в таблице 1.



**Рисунок 1 – Испытание образцов на водопоглощение**



**Рисунок 2 – Испытание образцов на морозостойкость**

**Таблица 1 – Результат испытаний**

1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	W, %
Образцы без пропитки						
2290	2390	2391	2389	2390	2390	4,36
2295	2390	2390	2390	2391	2391	4,18
2305	2403	2403	2403	2404	2404	4,19
Образцы с пропиткой						
2320	2339	2349	2364	2368	2370	2,15
2290	2333	2335	2337	2340	2340	2,18
2300	2320	2329	2344	2349	2349	2,13

Анализ результатов табличных данных показывает, что образцы, обработанные пропиткой ПС-1, медленнее насыщаются водой, а водопоглощение снижается в 2 раза.

Исследование влияния гидрофобизатора на морозостойкость образцов бетона проводилось согласно ГОСТ 10060-2012 [2] по ускоренному методу. Для этого образцы бетона изготавливают в формах по ГОСТ 22685 [3]. Началом замораживания считают момент установления в камере температуры минус 20°C (рис. 2).

Результаты испытания бетона на морозостойкость после 45 циклов показали что обработанные ПС-1 соответствуют марке F200. На образцах отмечаются следы химической коррозии без пропитки.

### **Заключение**

Использование гидрофобизирующей пропитки повышает гидрофобизирующие свойства цементобетонных конструкций, увеличивая эксплуатационный срок дорожных покрытий и межремонтный интервал.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 12730.3 - 78 Бетоны. Метод определения водопоглощения [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.1980 // Техэксперт. Нормативы, правила, стандарты, техническая информация.
2. ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости (с Поправками) [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.2014 // Техэксперт. Нормативы, правила, стандарты, техническая информация.
3. ГОСТ 22685 - 89 Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.1990 // Техэксперт. Нормативы, правила, стандарты, техническая информация.

## ПРИМЕНЕНИЕ ШУНГИТОВЫХ ПОРОД В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

В.П. Гилета, И.А. Захарьящев  
Новосибирский государственный технический университет

*В данной работе рассмотрено использование состава природного минерала шунгит в качестве компонента смазочных композиций для узлов трения*

**Ключевые слова:** Триботехнология, минеральные камни, углерод

В конце 80-х годов учеными, работающими по заданию ВПК, под руководством тогда еще профессора, а в последствии академика РАН Ревнивцева В.И. был разработан принципиально новый метод обработки стальных деталей и целых узлов с использованием направленной полной диффузии в корне меняющим традиционное понятие ремонта. В основе метода лежит способность триботехнических составов при определенных условиях создавать на поверхности детали тонкие слои, обладающие высокой износостойкостью [1]. В конце 90-х годов специалисты из группы проф. Крагельского обнаружили, что некоторые минералы вторичной магматической формации при определенных климатических условиях приобретают не только свойства внедрять углерод в приповерхностный слой железа, но и создавать на его поверхности монокристаллическую стеклоподобную структуру, оптимизирующую зазоры и износ. На основе этих наблюдений группой ученых были разработаны новые виды триботехнических составов различного класса на минеральной основе. Выполненные в 1987-1990 гг. в институте "Механобр" (г. Санкт-Петербург) исследования по геотрибоэнергетической тематике показали, что перспективным антифрикционным сырьем могут служить шунгиты и серпентиниты [2]. Шунгит – углеродосодержащий минерал, промежуточный по составу между антрацитом и графитом. Для простоты в грубом приближении можно считать, что это – каменный уголь образовавшегося на основе торфа.

По содержанию углерода шунгиты делятся на высокоуглеродистые (весовая концентрация углерода более 70%), среднеуглеродистые (концентрация углерода 30-70%) и низкоуглеродистые (концентрация менее 30%). Кроме того, в золе могут содержаться V, Ni, Mo, Cu, Ce, As, W и др.

Шунгит- это некристаллический фуллереноподобный углерод с метастабильной молекулярной структурой, не склонной к графитации, обладающий аморфной структурой. Характеризуется высокой реакционной способностью в термических процессах, высокими сорбционными и каталитическими свойствами, и химической стойкостью. Основным элементом надмолекулярной структуры шунгитового углерода является глобула — многослойное образование с размерами до 10 нм с порой внутри [3]. Необычная структура шунгитов образует в породе матрицу, в которой равномерно распределены дисперсные силикаты со средним размером около 1 мкм.

Положительный эффект применения серпентинитошунгитовых композиций в смазке заключается в снижении коэффициента трения и уменьшение износа деталей. Это достигается при помощи образования, в процессе приработки узла трения, пленочных зеркал скольжения на поверхностях трения из материала, геомодификатора вводимого в смазку. Образованию пленочных зеркал скольжения весьма способствует наличие в серпентинито-шунгитовых геомодификаторах трения магнетита, который находится в тесном срастании с серпентинитом и наличия фуллеренной композиции в шунгите. Присутствие магнетита обуславливает налипание геомодификатора на металлическую поверхность узла трения, способствуя, таким образом, формированию антифрикционных плёнок. Благодаря образованию этих плёнок и происходит заметное снижение коэффициента трения и реализация эффекта безизносности в узле трения.

Использование данного минерала в качестве составляющего компонента смазочной композиции является перспективным и требует дальнейшего изучения, поскольку остаются открытыми вопросы о процессе формирования защитного слоя, его эксплуатационной стойкости и способности к самовосстановлению.

### **Список литературы**

1. Мур Д. Основы применения трибоники. Пер. с англ. к.ф-м.н. С.А.Харламова под ред. д.т.н., проф. И.В.Крагельского и к.т.н. Г.И.Троянской. – М.: Мир, 1978. - 483 с.
2. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ М.: Машиностроение, 1977. - 526 с
3. Шалимов А.С., Ковалевский В.В., Обрезков О.Н., Ярославцев А.Б. Сорбционные свойства шунгита // Неорганические материалы, 2004. Т. 40. № 4. С. 364-367.

## ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

А.В. Зубарева, Е.В. Соколы, А.С. Верещагина  
Новосибирский государственный технический университет  
vereshhagina@corp.nstu.ru

*В докладе приведен обзор методов нанесения покрытия на рабочую поверхность режущего инструмента и их влияния на стойкость режущего инструмента.*

**Ключевые слова:** инструмент, покрытие, стойкость

Для повышения работоспособности режущего инструмента на его рабочие поверхности наносят износостойкие покрытия. При этом покрытия должны обладать устойчивостью к коррозии и окислению, способностью сохранять свои свойства при высоких температурах, иметь высокий предел выносливости [1]. Однако на свойства самого покрытия оказывает влияние не только его химический состав, но и метод его нанесения.

В настоящее время наиболее распространенными методами нанесения покрытия на рабочую поверхность режущего инструмента являются методы химического и физического осаждения [2].

Химическое осаждение Chemical Vapor Deposition (CVD) из парового агрегатного состояния происходит под воздействием высоких температур (1200 °С). Метод позволяет получать уникальные многослойные покрытия необходимой толщины, обладающие лучшей адгезией, по сравнению с методом физического осаждения [3]. Однако при воздействии высоких температур на инструмент в процессе осаждения снижается его прочность [4], а также наблюдается хрупкий характер разрушения покрытий [1], что не свойственно покрытиям, полученным методом физического осаждения Physical Vapor Deposition (PVD).

Из всего разнообразия методов PVD широкое распространение получил метод конденсации вещества в вакууме с ионной бомбардировкой (КИБ) [5].

Автором работы [1] была получена зависимость стойкости инструмента от температуры конденсации при КИБ (рисунок 1), при этом для температуры конденсации 550 °С обеспечивается наибольшая стойкость инструмента.

Толщина и структура покрытия существенно зависит от

применяемого метода его нанесения. В работе [6] показано, что покрытие TiAlCN после PVD имеет толщину примерно 1,2 мкм, а также переменный химический состав по толщине, а после CVD толщина покрытия составляет 10-12 мкм и состоит из двух характерных слоев: внутреннего TiCN и внешнего из Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [6].



**Рисунок 1 - Влияние температуры конденсации  $T_k$  на период стойкости  $T$  пластин ТТ10К8Б с покрытием TiN при обработке заготовок из стали 30ХГСА:  
 $V = 150\text{ м/мин}$ ,  $S = 0,3\text{ мм/об}$ ,  $t = 0,5\text{ мм}$  [1]**

На основании проведенного обзора, можно сделать вывод, что метод нанесения покрытия оказывает влияние на его работоспособность. Выбор метода нанесения покрытия во многом зависит от условий в которых будет работать инструмент, а также какие характеристики необходимо получить.

### Список литературы

1. Табаков В.П. Формирование износостойких ионно-плазменных покрытий режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 2008. – 311 с.
2. Верещака А.С. Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака, И.П. Третьяков. - М.: Машиностроение, 1986. - 192 с.
3. Локтев Д. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий / Е. Ямашкин, Д. Локтев // Наноиндустрия. – 2007. - №4. - С. 18-24.
4. Гринек А.В. Исследование влияния скорости резания на температурно-силовое состояние в зоне обработки методом численного моделирования / А.В. Гринек, В.Г. Рубанов, И.В. Калатоцишвили, В.В. Михайлов // Вестник ИрГТУ №8 (115), 2016, С. 10-19
5. Табаков В.П. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания / В.П. Табаков, А.В.

Чихранов. Ульяновск: УлГТУ, 2007. 255 с.

6. Пельц А. А. Тонкие многослойные PVD и CVD покрытия для режущего инструмента / А. А. Пельц / X Международная научно-техническая Уральская школа-семинар металловедов-молодых ученых, Екатеринбург, 7–11 декабря 2009 г. — Екатеринбург, 2009. — С. 396-398.

## **ВАРИАНТЫ КОНСТРУКЦИИ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ НА HALLUX VALGUS**

Н.О. Картунова, Ю.С. Семенова

Новосибирский государственный технический университет  
nahat@yandex.ru

*Доклад посвящен обзору исследований по усовершенствованию ортопедической обуви, используемой после операции на переднем отделе стопы. В нем представлена актуальность темы, цель, задачи, результаты выполненных этапов, последующие действия и предполагаемые результаты.*

**Ключевые слова:** туфли Барука, ортопедическая обувь, hallux valgus.

Hallux valgus или вальгусная деформация первого пальца весьма распространенное заболевание. Данное заболевание выглядит как отклонение большого пальца стопы [1], связано с деформацией первой плюсневой кости, что может привести к необходимости операции [2]. После хирургического вмешательства требуется период восстановления, во время которого пациент передвигается в специальной обуви, получившей название туфли Барука.

Целью исследования является усовершенствование конструкции обуви, применяемой после операции на hallux valgus. Для этого необходимо решить следующие задачи: произвести патентный поиск существующих решений по конструкции обуви; исследовать распределение нагрузки на стопу; разработать решения по улучшению конструкции; сконструировать образцы и испытать их.

Проведено сравнение патентных решений нескольких моделей ортопедической обуви, благодаря которому было выяснено, что существуют модели с поддержкой переднего отдела с одновременной разгрузкой и без поддержки. Обувь с поддержкой переднего отдела лучше, так как обеспечивают защиту стопы от контакта с землей и устойчивость при ходьбе. Такая форма не может привести к падению

и трофическим расстройствам [3]. Существуют различия в конструкции подошв: монолитная и полая, имеющая внутренние опоры конической формы с наклоном  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ . Только у одной модели указаны данные по углу наклона подошвы:  $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$  [4].

Кроме того, проведен анализ полимерных материалов, применяемых для изготовления подошвенной части обуви. При патентном поиске выяснилось, что важное значение имеет эластичность материалов, так как это помогает достичь необходимого лечебного эффекта. Наилучшим сочетанием материалов является комбинация полиуретана и термополиуретана. Полиуретан является наиболее эластичным. Термополиуретан сопротивляется скольжению и обладает морозостойкостью до  $-20^{\circ}\text{C}$ , стойкостью к изгибам [5].

Для исследования распределения нагрузки предполагается использовать стельку с тензодатчиками. На подложке будут размещены пять датчиков, реагирующих на изменение давления, в разных зонах стопы. Полученные данные при ходьбе с использованием этой стельки помогут понять, в каких именно зонах стоит менять геометрию и форму.

Разработаны решения по конструкции подошвы: а) определены границы изменения угла наклона с боковых сторон; б) показано что, увеличение объема материала подошвы в пяточной области, которое сделает конструкцию более устойчивой.

Изменение материала подошвы на более эластичный (с условием сохранения устойчивости) или комбинирование материалов поможет достичь необходимого лечебного эффекта.

Увеличение высоты голенища, площади фиксации ботинка на ноге и снабжение голенища жесткой вертикальной опорой предупредит перевес назад.

### **Список литературы**

1. Бородулин В.И. Большой медицинский справочник. - М.: ОНИКС, 2005. - 816с.
2. Каменев, Ю.Ф. Боль в стопе при статических заболеваниях и деформациях. - Петрозаводск: ИнтелТек, 2004 - 96с.
3. Patent EP 0 248 964 BFrance. Chaussureàappuitalonnier et à contacts minimisés au niveau de l'avant-pied, notamment pour usage post-chirurgical ou post-traumatique/L.S. Barouk - 82401858.4, declared 16.12.1987, published 09.05.1991, Bull. 91/02. - 10.
4. Patent EP 0 693 275 A1 Germany. Chaussure à appuitalonnier et à contacts minimisés au niveau de l'avant-pied, notamment pour usage post-chirurgical ou post-traumatique / J.Prahl. - 94112190.7, declared 04.08.1994, published 24.01.1996, Bull. 1996/04.-8.

5. Никитина Л. Л. Современные полимерные материалы, применяемые для низа обуви/Л.Л. Никитина, Г.И. Гарипова, О.Е. Гаврилова // Вестник Казанского государственного технологического университета. – 2011. - №6. - 150-154с.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ВОЛЬФРАМА В ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ**

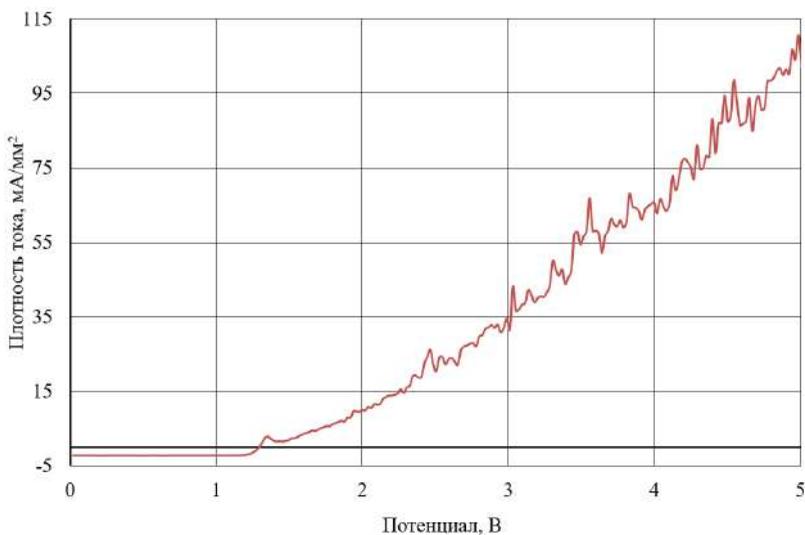
М.А. Личманюк, Н.П. Гаар  
Новосибирский государственный технический университет  
gaar@corp.nstu.ru

*Приведены результаты поляризационных исследований анодного растворения вольфрама в водно-органическом растворе ( $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) в стационарных условиях в диапазоне потенциалов от 0 до 5В. Растворение материала происходит при потенциале свыше 1,6 В и сопровождается интенсивным восстановлением хлора и кислорода на поверхности образца.*

**Ключевые слова:** вольфрам, глицерин, водно-органический раствор, электрохимическое растворение.

Электрохимическая размерная обработка вольфрама и содержащих вольфрам сплавов осуществляется в электролитах с высоким значением рН (щелочных растворах). Применение подобных растворов требует дополнительных мер по защите оборудования от коррозии, условиям труда и технике безопасности. По этой причине не прекращается поиск новых составов электролитов безопасных как для человека, так и для оборудования.

В данной работе представлены результаты по исследованию анодного поведения в водно-органическом электролите следующего состава: 75 гр. NaCl, 425 мл.  $\text{H}_2\text{O}$ , 25 мл.  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  (глицерин). Исследования анодного поведения проводились при помощи потенциостата-гальваностата РС-Pro-M. Величина межэлектродного зазора составляла 0,7 мм, скорость развертки - 200 мВ/сек. Температура электролита - 22°С. Анодное поведение вольфрама исследовалось при помощи потенциостатической методики. Результат исследования анодного поведения вольфрама при помощи потенциодинамического метода при развертки потенциала от 0 В до 5 В представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Поляризационная кривая, полученная потенциостатическим методом для вольфрама**

Внешний вид поляризационной кривой позволяет разделить ее на два характерных участка. На первом участке, располагающемся в диапазоне потенциалов от 0 В до 1,6 В, процесс растворения отсутствует, так как значение плотности тока равно 0. На втором участке (свыше 1,6 В до 5 В) наблюдается рост плотности тока с увеличением потенциала. Осцилляция значений плотности тока, наблюдаемая в этом диапазоне потенциалов, является следствием интенсивного газообразования. Происходит интенсивное восстановление кислорода и хлора до газообразного состояния.

Таким образом, можно утверждать, что электрохимическое растворение вольфрама в водно-органическом растворе практически не происходит, а происходит интенсификация процесса восстановления хлора и кислорода. Использование данного электролита для электрохимической обработки вольфрама не перспективно, так как интенсивное газообразование в межэлектродном промежутке является негативным моментом для управления процессом обработки.

## ПАНТОГРАФ, КАК СПОСОБ АВТОМАТИЗАЦИИ РУЧНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

В.В. Лоскутникова, А.Х. Рахимьянов  
Новосибирский государственный технический университет  
e-mail: a.raximyanov@corp.nstu.ru

*В работе были рассмотрены возможные пути автоматизации ручной плазменной резки, а также составлена схема пантографа с учётом преимуществ и недостатков других конструкций, изготовленных для различных операций резания.*

**Ключевые слова:** плазменная резка, пантограф, точность резки

В современном мире производство изделий из листового проката все чаще осуществляется при помощи станков с числовым программным управлением (ЧПУ) с использованием высококонцентрированных источников энергии [1,2]. Не смотря на высокую производительность, качество и точность резки, станок с ЧПУ не всегда окупается в условиях мелкосерийного и единичного производства. Поэтому свое применение находит широкий класс установок, выполняющих раскрой материала ручной плазменной резкой. Однако, в таких условиях производительность процесса падает, а качество и точность резки зависит от опыта и квалификации рабочего персонала.

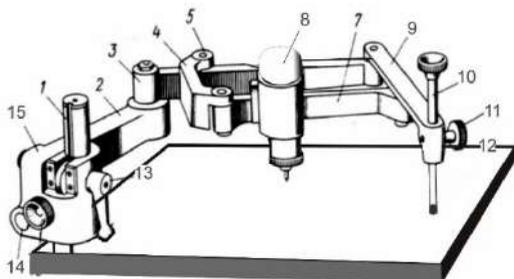
Существует несколько способов автоматизации процесса ручной плазменной резки. Большое распространение получили столы-копиры, которые по своему функциональному назначению сопоставимы со станками с ЧПУ. Однако это лишает станок мобильности и возникает необходимость приобретения дополнительного программного обеспечения для задания траекторий обработки.

Другим способом автоматизации является создание пантографа. Пантограф – это приспособление, которое осуществляет процесс переноса движения по траектории из одной точки и копирование этого движения на другом плече пантографа. Данный метод позволяет уменьшить влияние человеческого фактора на процесс резки, сделать процесс более точным, при этом плазменная установка не теряет свою мобильность. Цена такого приспособления существенно ниже, чем стола-копира, и тем более ниже станка с ЧПУ.

Пантограф как способ для автоматизации процесса уже известен. Существуют пантографы для таких процессов обработки как фрезерование и гравировка. Однако данное приспособление не изготавливалось и не патентовалось для высокоэнергетических

источников резания. В данной работе предлагается разработка пантографа для ручной плазменной резки, с последующей полной автоматизацией процесса.

Первым этапом была разработана схема пантографа, который позволял бы не только копирование, но и масштабирование траектории резания. Схема данного пантографа представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Схема пантографа**

1 – колонка для вертикального перемещения пантографа, 2 – суппорт пантографа, 3 – главный шарнир, 4, 7 – рукав пантографа для монтажа при работе в масштабе, 8 – плазматрон, 9 – опорный кронштейн, 10 – направляющий копир, 11 – зажимной винт копира, 12 – микроскопический винт точной установки, 13 – рукоятка для вертикального перемещения пантографа, 14 – шарнир, 15 – регулируемый балансир.

Далее идет частичная автоматизация путем добавления в конструкцию шагового двигателя, средства передачи сигнала и пульта управления. И последним этапом осуществляется подключение планшета, составление соответствующего программы, с помощью которой будет распознаваться нарисованная траектория.

### **Список литературы**

1. Носенко В.А. Даниленко М.В. Физико-химические методы обработки материалов, 2012. -195 с.
2. Локтионов А.А. Повышение эффективности листового раскроя в заготовительном производстве / А.А. Локтионов, Х.М. Рахиянов // Инновации в машиностроении: Тр. 3-й междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 26–28 сентября 2012 г.

# ОЦЕНКА СМАЧИВАЕМОСТИ ПОВЕРХНОСТИ С РЕГУЛЯРНЫМ МИКРОРЕЛЬЕФОМ, ФОРМИРУЕМЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

С. В. Мажуга, Ю.С. Семенова

Новосибирский государственный технический университет  
yu.semenova@corp.nstu.ru

*В работе показаны перспективы применения ультразвукового пластического деформирования при формировании маслосмачиваемых поверхностей, а также рассмотрены методы оценки смачиваемости поверхности.*

**Ключевые слова:** ультразвуковое пластическое деформирование, смачиваемость, регулярный микрорельеф

## Введение

Ультразвуковое пластическое деформирование (УЗПД) позволяет формировать на поверхностях деталей пар трения регулярный микрорельеф с заранее определенными размерами фрагментов. Единичный фрагмент образуемого регулярного микрорельефа благодаря своей форме обладает способностью удерживать смазку. В данной работе рассматриваются способы оценки смачиваемости поверхности и перспективы управления смачиваемостью поверхности за счет управления режимами ультразвукового пластического деформирования.

## Описание теоретических исследований

Для оценки смачивания во многих случаях используется понятие краевого угла  $\theta$  (рис.1) между касательной к искривлённой поверхности жидкости и смоченной площадью [1]. Для оценки геометрии капли, формируемой жидкостью на поверхности, обработанной УЗПД необходимо использовать оборудование с высокой разрешающей способностью, т.к размеры фрагментов составляют 50-300 мкм, а глубина порядка 2 мкм.

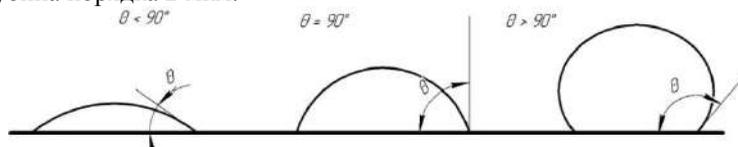


Рисунок 1 – поведение капли при различных углах смачивания

Наиболее применяемой группой методов измерения краевых углов являются методы лежачей капли: полуугловой, круговой, эллиптический и тангенциальный. Их применение основано на анализе отснятого изображения, на котором строятся геометрические построения и при помощи которых осуществляются расчёты краевого угла [2]. Кроме того, известны работы, в которых маслосмачиваемость поверхности определяется по скорости растекания масляного пятна по исследуемой поверхности при нанесении дозированной капли и наложении прозрачной пленки с делениями [3].

Также, для анализа смачиваемости поверхности применяют методы сканирующей атомно – силовой микроскопии [1].

Согласно работе [4] основными параметрами, влияющими на изменение краевых углов, являются: высота гребней и впадин, наклон шероховатости, расстояние между элементами шероховатости, объём капли. Варьирование режимными параметрами при ультразвуковом пластическом деформировании позволяет получать требуемые форму и размеры фрагментов микрорельефа. Изменение глубины и размеров единичного фрагмента в широком диапазоне, возможность расчета суммарного объема фрагментов микрорельефа, открывают широкие перспективы для исследования возможности управления маслосмачиваемостью поверхности путем варьирования режимами УЗПД.

### **Заключение**

Методы оценки маслосмачиваемости микрорельефа, полученного ультразвуковым пластическим деформированием должны учитывать размеры его единичных фрагментов с размером не более 300 мкм. Благодаря возможности оценки смачиваемости поверхности появляется возможность обоснованно подбирать режимные параметры УЗПД, обеспечивающие требуемые параметры маслосмачиваемости поверхности.

### **Список литературы:**

1. Seemann R. Wetting morphologies at microstructured surfaces/ R. Seemann, M. Brinkmann, E.J. Kramer//, PNAS. – 2004. – Vol. 102, No. 6. P. 1848-1852
2. Зимон А.Д., Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон – М.:, Издательство Химия, 1974. - 416 с. ил.
3. Патент СССР № 3321642/25-08, 20.07.1981.  
Способ определения маслосмачиваемости трения // Патент СССР № 985549. 1982. Бюлл. 48 / Радионенко А.В.
4. Скумм Б.Д. Гистерезис смачивания /Б.Д. Скумм // Соровский образовательный журнал. – 1999. № 7. С. 98 – 102.

## ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

А.И. Насонов, В.П. Гилета  
Новосибирский государственный технический университет  
v.gileta@corp.nstu.ru

*Рассмотрены существующие способы повышения износостойкости деталей узлов трения. Выявлены существенные недостатки их применения. Рассмотрена возможность формирования износостойких покрытий на основе медьсодержащих сплавов и слоистых силикатов.*

**Ключевые слова:** износостойкость, плакирование, серпентинит

В настоящее время бурное развитие промышленности требует увеличения рабочего ресурса машин и механизмов. Использование перспективных технологий восстановления изношенных участков трущихся поверхностей, а также технологий, повышающих эксплуатационные свойства в процессе изготовления деталей узлов трения. Это позволит увеличить рабочий ресурс оборудования. Применение ремонтно-восстановительных присадок на основе медьсодержащих компонентов является одним из перспективных направлений для повышения физико-механических свойств трущихся поверхностей [1].

Добавление дисперсных частиц меди в смазочную композицию ведет к плакированию трущихся поверхностей, что способствует снижению трения и температуры на 20-30°C. Схватывание частиц меди и материала поверхности трения происходит за счет их активности. Продукты износа, находящиеся в пятне контакта, образуют царапины и микрозадиры на детали, тем самым обнажая поверхность от окисных пленок, препятствующих взаимодействию с добавленной медьсодержащей присадкой. Также деформация и разрушение частиц более мягкого металла позволяет повысить потенциальную энергию взаимодействия, что интенсифицирует диффузионные процессы. [1]

Похожая технология формирования износостойких покрытий основана на использовании присадок, имеющих в своем составе минерал серпентинит. Серпентины – группа природных минералов подкласса слоистых силикатов. Кристаллохимическая формула серпентина –  $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$  или  $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$ , имеет твердость 3...4 по Моосу ( $\approx 100$  кгс/мм<sup>2</sup>). Научные работы по изучению влияния слоистых силикатов на антифрикционные свойства показывают, что

основными протекающими процессами при добавлении серпентинита в узлы трения являются [2-4]: первоначальная тонкая очистка трущихся поверхностей за счет абразивного воздействия частиц серпентинита; разрушение частиц минерала с образованием активных структур силикатов; последующая диффузия продуктов разложения в поверхность детали с образованием металлокерамического покрытия.

Порошки меди, добавленные в триботехнические составы на основе серпентинита, позволяют ускорить процесс формирования покрытия, поскольку медь выступает центром кристаллизации антифрикционных структур [3, 4]. Помимо достоинств использования существующих технологий формирования металлокерамических покрытий на основе серпентинита и медьсодержащих составов в процессе трения выделяются явные недостатки, ограничивающие их применение: дисперсные частицы со временем оседают в картере или масляном объеме; при высоких скоростях скольжения или в центрифугах они отделяются от общей массы, а также задерживаются в фильтрующих системах [1].

Поэтому представляет практический интерес исследование возможности формирования износостойких покрытий на основе меди и минерала серпентинита в процессе изготовления или ремонта деталей.

### **Список литературы:**

1. Радин Ю.А. Безыносность деталей машин при трении / Радин Ю.А., Суслов П.Г – Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 1989. – 229 с.: ил.
2. Зуев В.В., Маринич Т.Л. Геоэнергетические основы использования минералов в качестве антифрикционных материалов // Обогащение руд. – 1994. – № 1. – С. 18–22.
3. Усачёв В.В., Погодаев Л.И., Крюков Е.Ю. Разработка технологии упрочняющей обработки трибосопряжений природными геомодификаторами трения // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2009. – № 11. – С. 8–22.
4. Zhang Bao-Sen, Xu Bin-Shi, Xu Yi, Gao Fei CU nanoparticles effect on the tribological properties of hydrosilicate powders as lubricant additive for steel-steel contacts additive // Tribology International.– 2011. – №44. – P. 878–886.

## **ЗНАЧЕНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ СВОЙСТВ БЕТОННОЙ СМЕСИ И БЕТОНА**

Д.Д. Свиридов, И.С. Сухонцев, И.М. Себелев  
НГАСУ (Сибстрин)  
isebelev@yandex.ru

Плотность упаковки смеси полидисперсных заполнителей является одним из фундаментальных параметров бетонных смесей, во многом определяющим физико-механические свойства бетона. [1,2] При этом проблема определения наилучшего соотношения заполнителей с учетом их гранулометрического состава, формы и текстуры зерен, а также способов уплотнения, является в недостаточной степени решенной на сегодняшний день. Хотя и существует ряд расчетно-экспериментальных методов решения этой задачи, единая теоретико-экспериментальная база, пригодная для работы с любым качеством и количеством заполнителей, отсутствует. [3,4] В качестве эффективного инструмента для этих целей используется метод математического планирования, однако его реализация требует высокой квалификации от персонала, работающего на производстве. В настоящем проекте, мы предлагаем подход, основанный на применении новых алгоритмов анализа данных ситового отсева заполнителей. Основой алгоритмов является современная теория плотности упаковки заполнителей, разработанная в одном из институтов материаловедения в Германии и учитывающая вышеупомянутые факторы.

Для используемых нами материалов расчетный диапазон изменения оптимального соотношения в зависимости от степени уплотнения для полностью угловатых зерен заполнителей колеблется от 0.46 до 0.34. Для полностью сферических зерен: от 0.36 до 0.22. Область пересечения этих диапазонов дает стартовое значение для определения оптимального соотношения заполнителей. Нами было найдено теоретически оптимальное соотношение для местных заполнителей конкретного завода города Новосибирска, которое было экспериментально подтверждено. Это значение, с которого необходимо начинать любую оптимизацию по подбору соотношения заполнителей. Физический смысл данного соотношения – оно соответствует смеси из заполнителей в форме многогранников: тетраэдров, кубов, октаэдров, икосаэдров и додекаэдров (геометрические фигуры) при уплотнении с режимом вибрирования с пригрузом. В классическом подходе это соотношение соответствует виброуплотненной плотности упаковки.

Экспериментальное подтверждение теоретически полученного значения  $\gamma$  (например  $\gamma_1 = 0,35$ ), были назначены 2 дополнительных состава бетонной смеси  $\gamma_2 = 0,37$ ,  $\gamma_3 = 0,33$ , для которых был определён начальный объём цементной пасты при фиксированном В/Ц. Далее выполнялось сравнение смесей ( $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$ ). При фиксированном объеме цементной пасты и В/Ц, наибольшей подвижностью будет обладать смесь, в котором толщина обмазки зерен цементной пастой оптимальная. Толщина обмазки будет зависеть от соотношения заполнителей.

Для практической работы мы считаем, что достаточно двух значащих цифр для соотношения песка и щебня. Обычно точность дозировки дозаторов вносит гораздо больший вклад в итоговую погрешность. При расчете оптимального соотношения, проводят процедуру усреднения по возможным колебаниям степени уплотнения и формы зерен.

Эксперименты и расчеты были проведены для нескольких видов материалов отличающихся между собой по истинной плотности и гранулометрическому составу. Показана хорошая сходимость результатов теоретического расчета и экспериментальных данных.

### **Список литературы**

1. Дворкин Л.И. Оптимальное проектирование составов бетона. Львов : Вища школа, 1981.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. М.: высшая школа, 1987.
3. Белов В.В., Куляев П.В. Теоретическое обоснование оптимальных зерновых составов композиционных материалов с минеральными наполнителями // Строительство и реконструкция. 2017. № 5 (73) с. 94 – 101.
4. Белов В.В., Образцов И.В. Компьютерное моделирование и оптимизирование составов строительных композитов: монография. Тверь: ТвГТУ, 2014.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

О.Е. Смирнова, В.С. Селихова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)

*Теплоизоляционные материалы на основе растительного сырья характеризуются высокими теплотехническими показателями, кроме этого, с экологической точки зрения решается проблема утилизации сельскохозяйственных отходов и в тоже время появляется возможность получения экологически чистых строительных материалов. В докладе приведена технология производства газобетонных блоков на основе костры льна, разработаны составы газобетонной смеси на основе органического заполнителя (костры льна) и метод оценки качества изделия*

**Ключевые слова:** технология, материал, костра льна, теплоизоляция, газобетон

Использование вторичных ресурсов при производстве строительных материалов является значительным резервом повышения эффективности строительства. Среди таких ресурсов можно выделить отходы сельскохозяйственного производства: костры льна, стебли хлопчатника, рисовой соломы и т.д.

Органическое сырье обладает хорошими показателями теплопроводности, поэтому они могут быть использованы в качестве сырья для производства теплоизоляционных строительных материалов: арболит, фибролит, газобетон на основе костры льна и другие.

Анализируя технологические процессы производства строительных материалов на основе органического сырья (фибролит, камышит, арболит), можно сделать вывод, что основным этапом является предварительная обработка органического сырья. Чаще всего предварительно обрабатывают органическое сырье по средствам добавления раствора хлорида натрия, известь, полимеров в органическую смесь. В органических отходах остается много полисахаридов, которые меняют время застывания цемента и отрицательно влияют на образование единого изделия. В результате вместо монолитного цементного камня образуется рыхлое вещество, которое обладает малой прочностью. Органическое сырье также

обладает высокими показателями водопоглощения, которое может отрицательно влиять на эксплуатационные свойства изделия.

Костра льна имеет теплопроводность в сухом состоянии - 0,037...0,041 Вт/(м°С).

Для изготовления ячеистобетонных изделий используются: минеральные вяжущие, наполнители (тонкомолотая костра льна (фракция 0,63-2,5 мм)), порообразователи (алюминиевая пудра ПАП-1, ПАП-2) и корректирующие добавки. Для получения неавтоклавного ячеистого бетона в качестве вяжущего применялся портландцемент.

В качестве минерализатора растительного наполнителя используется жидкое натриевое стекло. Для создания активной щелочной среды, необходимой для обеспечения реакции газовыделения при получении неавтоклавного газобетона, в смесь вводится молотая негашеная известь-кипелка или известь-пушонка.

Составы смеси для получения строительных изделий из ячеистых бетонов со средней плотностью 300-400 кг/м<sup>3</sup> приведен в Таблице 1.

**Таблица 1 - Составы смеси для получения теплоизоляционных ячеистобетонных изделий неавтоклавного твердения**

№ состава	Компоненты смеси	Содержание компонентов, % по массе
1	Портландцемент	56,641
	Растительный наполнитель (костра льна)	28,326
	Воздушная строительная известь	5,664
	Жидкое натриевое стекло	7,079
	Алюминиевая пудра	0,661
	ПАВ (сульфанол)	1,637
	В/Т	1-1,05
2	Портландцемент	54,867
	Растительный наполнитель (костра льна)	26,726
	Воздушная строительная известь	5,487
	Жидкое натриевое стекло	6,372
	Алюминиевая пудра	0,663
	ПАВ (сульфанол)	1,637
	Добавка – стабилизатор структурной прочности	4,248
	В/Т	0,85 - 0,9

Технология производства газобетонных изделий: костра льна подвергается измельчению; костра льна, жидкое стекло и вода дозируются в мешалку для приготовления раствора; приготовление

смеси - в начале подается шлам, вязущее, известь и добавка-стабилизатор структурной прочности, смесь перемешивается, после чего дозируется водная суспензия алюминиевой пудры; формовка изделий; тепловая обработка в сушильных камерах в течение 4-5 часов при температуре 50-600С; распалубка и транспортировка на склад готовой продукции.

Провести оценку уровня конкурентоспособности полученного материала возможно с помощью дифференциального метода оценки, который состоит в сравнении единичных показателей качества оцениваемой продукции с соответствующими единичными показателями качества базового образца.

Выводы. Предложена технология получения материалов на основе костры льна и определен состав сырьевой смеси для получения газобетона неавтоклавного твердения, включающий следующие компоненты (% мас): портландцемент – 27-35; костра льна – 22-25; кварцевый песок – 13-15; молотая известь – 2,7-3,3; алюминиевая пудра – 0,043-0,05; вода – остальное. Проводить оценку уровня качества готовой продукции возможно используя дифференциальный метод оценки качества. При проведении оценки уровня качества данным методом можно получить возможность сравнить газоблоки на разных заполнителях и оценить конкурентоспособность.

### **Список литературы**

1. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции/ И.Х. Наназашвили.- М.: Стройиздат, 1990.- 415 с.
2. Смирнова О. Е. Использование отходов льнопереработки в строительной отрасли / О.Е. Смирнова//Труды IV Международной Научной Экологической Конференции: «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар. – Кубанский госагроуниверситет, 2015. – Ч. II. – С. 238-244
3. Смирнова О. Е. Физико-механические и эксплуатационные свойства пресованных теплоизоляционных изделий на основе костры льна/ О. Е. Смирнова // сборник Международной научно-технической конференции «Физико-химические процессы в строительном материаловедении». – Новосибирск. - Новосибирский государственный аграрный университет, 2018. - С. 204-208.

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА МИКРОДИСПЕРСНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

М.М. Семенова, Л.В. Ильина  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
nsklika@mail.ru

*В докладе рассматривается влияние микродисперсной минеральной добавки на свойства и прочностные характеристики мелкозернистой бетонной смеси и бетона. Подобрано оптимальное количество добавки. Применение микрокремнезема позволяет повысить прочность бетона при сжатии до 76 %. Наибольшее упрочнение достигнуто при введении 5 % добавки на начальных сроках твердения и 20 % микрокремнезема на более поздних сроках твердения. Скорость набора прочности повышается.*

**Ключевые слова:** бетон, прочность, повышение прочности, прочностные характеристики, микрокремнезем, увеличение скорости набора прочности, мелкозернистый бетон

Целью работы является повышение прочности мелкозернистого бетона путем введения добавки микрокремнезема (МК).

Задачами является анализ влияния МК на прочностные характеристики мелкозернистого бетона и подбор оптимального количества добавки для повышения прочности мелкозернистого бетона.

**Введение.** Строительная 3-D печать подразумевает быстрое и качественное возведение зданий и сооружений. Целесообразно будет применять бетон, имеющий повышенную прочность в начальные сроки твердения. Это возможно достичь путем введения добавки МК [1], который позволяет: повысить стойкость к истиранию, марочную прочность бетона и его прочность в ранние сроки твердения, антикоррозионную стойкость, морозостойкость и долговечность; снизить расход цемента, проницаемость бетона для воды и газов [4].

**Характеристика сырья.** В исследованиях использовались портландцемент класса ЦЕМ I 42,5 Б ООО «Топкинский цемент»; кварцевый песок ОА «Левобережный песчаный карьер», микрокремнезем марки МК-85 («ОАО Кузнецкие ферросплавы»). Водоцементное отношение подбиралось индивидуально для каждого состава (0,37 – 0,56).

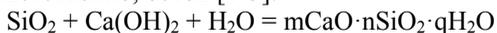
МК-85 вводился в воду и механически перемешивался. Полученным раствором затворялась сухая цементно-песчаная смесь. Растворная

смесь перемешивалась в течении 60-90 с. Из полученной смеси формировались образцы размером 40x40x160 мм, выдерживались в камере нормального твердения в течении 1,3,7 и 28 суток.

**Влияние микрокремнезема на свойства и прочностные характеристики мелкозернистого бетона.** Экспериментальные данные показали, что с увеличением количества МК увеличивалось количество воды, для поддержания требуемой удобоукладываемости.

Прочность при изгибе и сжатии определялась при различном содержании МК. Прочность при сжатии в возрасте 1 сут. увеличилась на 76 %, 3 сут. – на 54 %, 7 сут. – на 64 % и в 28 сут. – на 49 %. Наибольшее упрочнение достигнуто при введении 20 % добавки МК.

Увеличение прочности при добавлении МК в начальные сроки твердения объясняется химическим взаимодействием аморфного кремнезема с гидроксидом кальция, выделяющимся при гидратации портландцемента. В результате такой пуццоланической активности добавка МК связывает гидроксид кальция в низкоосновные гидросиликаты кальция, которые уплотняют и упрочняют цементный камень и, соответственно, бетон [1-3].



**Заключение.** В результате анализа действия микрокремнезема установлено, что введение добавки микрокремнезема за счет его пуццоланической способности позволяет получить быстротвердеющие высокопрочные бетоны.

### **Список литературы**

1. Ильина Л.В. Влияние дисперсных минеральных добавок на прочность мелкозернистого бетона / Л.В. Ильина, С.А. Хакимуллина, Д.А. Кадоркин // *Фундаментальные исследования*. -2017. - №4 (часть 1) – С. 34-38.
2. Потапов В. В., Горев Д. С. Сравнительные результаты повышения прочности бетона вводом нанокремнезема и микрокремнезема / В.В. Потапов, Д.С. Горев // *Современные наукоемкие технологии*. – 2018. - №9 – С.98-102.
3. Холин С. Применение микрокремнезема на бетонных производствах. [Электронный ресурс] / С. Холин / - Режим доступа: <http://library.stroit.ru/articles/kremzem/index.html>
4. Н.И. Ватин, Л.И. Чумадова, И.С. Гончаров, В.В. Зыкова, А.Н. Карпеня, А.А. Ким, Е.А. Финашенков 3D-печать в строительстве // *Строительство уникальных зданий и сооружений*, №1(52). - СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. - С. 28-37.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АНОДНОГО ПОВЕДЕНИЯ ДЮРАЛЮМИНИЯ В ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ

В.В. Филиппов, Н.П. Гаар  
Новосибирский государственный технический университет  
gaar@corp.nstu.ru

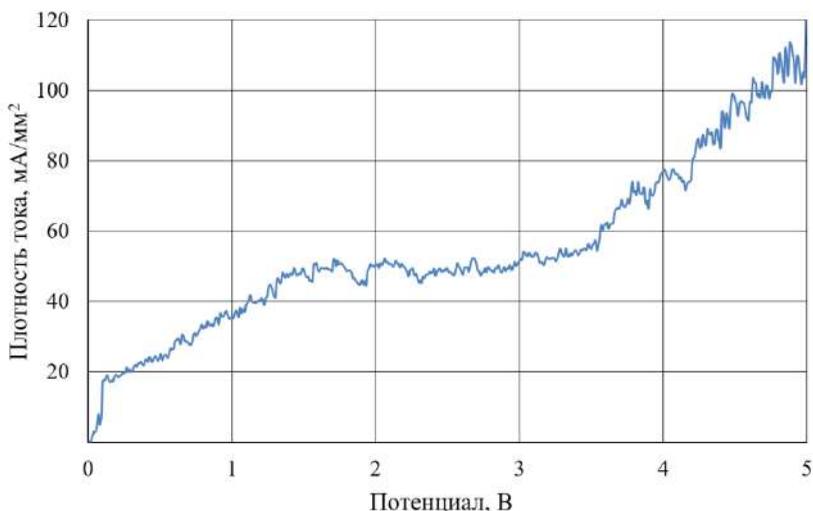
*Представлены результаты поляризационных исследований анодного растворения дюралюминиевого сплава Д16Т в водно-органическом растворе ( $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) в диапазоне потенциалов от 0 до 5 В. Установлено, что электрохимическое растворение сплава происходит во всем диапазоне потенциалов несмотря на образование на поверхности окисных пленок.*

**Ключевые слова:** дюралюминий, электрохимическое растворение, поляризационные исследования.

Электрохимическая размерная обработка алюминиевых и дюралюминиевых сплавов сопряжена с образованием на поверхности различного рода окислых пленок, мешающих процессу обработки. По этой причине ведутся поиски новых химических составов электролитов.

Водно-органический электролит используемый для проведения эксперимента имел следующий состав: 75 гр. NaCl, 425 мл.  $\text{H}_2\text{O}$ , 25 мл.  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  (глицерин). Исследования анодного поведения проводились при помощи потенциостата-гальваностата ИРС-Pro-M. Для установления возможности электрохимического растворения дюралюминия были использованы потенциодинамический и потенциостатические методы снятия поляризационных кривых.

В результате проведенных поляризационных исследований анодного растворения дюралюминия Д16Т в исследуемом растворе было установлено, что активное растворение материала происходит при потенциалах  $E = 0 \dots 2$  В (рисунок 1.). Это подтверждают и результаты потенциостатического метода. В области потенциалов  $E = 2 \dots 3,5$  В наблюдается постоянство величины плотности тока с ростом потенциала при растворении исследуемого материала. Визуальное наблюдение за процессом позволяет предполагать, что это связано с образованием окисных пленок на поверхности анода. Наличие пленок приводит к пассивационному растворению поверхности обрабатываемого образца. При дальнейшем увеличении потенциала (свыше 3,5 В) растворение переходит в транспассивное, о чем свидетельствует рост плотности тока.



**Рисунок 1 – Потенциостатическая поляризационная кривая анодного растворения Д16Т в водно-органическом растворе**

Таким образом, можно сделать предположение о том, что алюминиевый сплав Д16Т растворится в предложенном составе электролита. Анодное растворение происходит несмотря на наличие окисных пленок на обрабатываемой поверхности.

## **ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ**

А.В. Банул, О.Ю. Цыганенко

Сибирский государственный университет путей сообщения  
banul\_av.76@mail.ru

*В данной работе проводились исследования влияния способов грануляции шлаков, цементно-шлакового отношения, режимов обжига на прочность и огневую усадку жаростойких мелкозернистых шлакобетонов. Исследования проводились современными методами изучения свойств и составов строительных материалов.*

**Ключевые слова:** шлаковый мелкозернистый бетон, жаростойкий бетон

Измельчение шлакового заполнителя до оптимального гранулометрического состава благоприятно влияет на получении бетонов с повышенной плотностью и прочностью. Этому способствует повышенная адгезия цементного камня к микропористому шлаковому заполнителю вследствие близкой их химико-минералогической природы.

Изучены жаростойкие свойства бетона, приготовленного на измельченных шлаках мокрой и полусухой мелкой грануляции Кузнецкого Metallургического Комбината, с представленным грануляционным составом (в % по массе): фракции от 0,14 до 0,315 мм - 9,1%; от 0,63 до 1,25 мм - 41%; от 1,25 до 10 мм - 48,8%. В качестве вяжущего использовался шлакопортландцемент М300. Количество воды во всех составах производилось до достижения подвижности смеси 2 см по погружению конуса.

Из сформированной смеси изготавливались образцы-кубы, одна часть которых пропаривалась по режиму 4+10+6 ч при температуре 100°C, а часть выдерживалась в нормальных условиях.

В таблице были приведены составы исследованных бетонов, с различным соотношением шлакопортландцемента М300 и шлака.

Приступать к сушке бетона можно только после того как он наберет марочную прочность, поскольку потеря влаги в период становления бетона приведет к уменьшению прочности и плотности из-за нехватки воды, необходимой для гидратации цемента. Для всей номенклатуры изделий режим сушки подбирается индивидуально.

Установлено, что при сушке мелкозернистого бетона на доменных шлаках его прочность повысилась на 12-17%. Однако при сушке пропаренных образцов на шлаке полусухой грануляции прочность бетона возрастает на 22-36%. В следствии сушки происходит прирост прочности бетона, который объясняется более глубокой гидратацией цемента в период активного движения выпариваемой воды. Этот процесс, в некотором смысле, аналогичен автоклавной обработке.

В результате пропаривания и сушки прочность бетона на дробленых гранулированных шлаках в среднем повышается примерно в 2 раза по сравнению с образцами нормального твердения и в пределах выше указанных соотношений цемент: шлак.

### **Список литературы**

1. Зевин Л.С. Рентгеновские методы исследования строительных материалов / Л.С. Зевин, Д.М. Хейкер. – М.:Стройиздат, 1965. – 294 с.
2. Банул А.В., Борисовская Н.Е., Соловьев Л.Ю. Новые шлакощелочные бетоны в дорожном и транспортном строительстве.

Материалы VII Научно-практич. Конф. "Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия" Международный Научный Институт "Educatio", 2014.

3. Федьнин Н.И. Высокопрочный мелкозернистый шлакобетон – Н.И. Федьнин, М.И. Диамант – М.: Стройиздат, 1975. – 175 с.

4. Банул А. В. Влияние режимов обжига на прочность и огневую усадку жаростойких мелкозернистых шлакобетонов/ Банул А. В. // Повышение качества и эффективности строительных и специальных материалов

Сборник национальной научно-технической конференции с международным участием в рамках Международной выставки «СТРОЙСИБ-2016», г. Новосибирск, (18-22 февраля 2019 г.); – Новосибирск: Изд-во НГАУ «Золотой колос». - 2019.- С. 188-192.

## **ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА ОТ АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА**

Б.В. Ткачев, Д.А. Рязанова, А.Д. Шестопалова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
banul\_av.76@mail.ru

*В данной работе рассмотрены способы защиты трубопроводного транспорта от абразивного износа. На основе технико-экономического и литературного анализов выявлен эффективный способ защиты поверхности металла путём нанесения покрытия на основе полимерного порошка. Также проведён опыт, в результате которого установлены наиболее эффективные порошковый материал и метод его нанесения.*

**Ключевые слова:** абразивный износ, абразивостойкость, сыпучие материалы, трубопроводный транспорт, порошковая краска.

В последние годы все больше используется трубопроводный транспорт для транспортировки твердых и сыпучих материалов. Эффективность их применения снижается вследствие неустойчивости труб к абразивному износу. В настоящее время значительный объем исследований абразивной стойкости трубопроводов направлены на разработку новых способов защиты.

Абразивность – это свойство сыпучих материалов, которое характеризует способность истирать соприкасающиеся с ними

поверхности транспортной установки при их движении относительно друг друга.

Интенсивность износа транспортной установки зависит от свойств транспортируемого груза (твёрдости, характера сцепления зерен друг с другом, крупности и формы зерен и т.д.), а также от скорости движения частиц материала и материала, из которого изготовлены детали и трубопровод.

Существует ряд стандартных методов защиты от абразивного износа:

- 1) наплавка твердосплавных лент на основе железа на защищаемую поверхность;
- 2) напыление полимочевины;
- 3) различные футеровки.

Самым перспективным, но малоизученным является порошковое нанесение. Преимущества порошкового нанесения заключается, прежде всего, в прочности, экономичности покрытия, стойкости, высоком качестве. В настоящее время наиболее распространены полиэтилен и эпоксидные порошковые краски (ПЭП-177, ПЭП-134).

В ходе работы была использована ускоренная технология испытания покрытий материалами, указанными ранее. Металлические образцы крепились к насадке для дрели, погружались в ванну с водой, в которой находился абразив во взвешенном состоянии, и дрелью приводились в движение. При анализе результатов описанного процесса было определено, что наиболее эффективным материалом для защитного покрытия является ПЭП-177. Также было выявлено, что использование песчаной смеси во втором слое позволяет значительно повысить твёрдость покрытия металла, т.е. обеспечивает больший срок эксплуатации.

Таким образом, нанесение внутреннего покрытия на основе полимерного порошкового материала и дисперсного минерального материала — это наиболее экономичный, быстрый и экологичный способ получения надежной защитной поверхности на металле.

### **Список литературы**

1. Виноградов В.Н. Абразивное изнашивание / В.Н. Виноградов, Г.М. Сорокин, М.Г. Колокольников. - Москва: Машиностроение, 1990. - 220 с.
2. Севастьянов М.И. Ремонт и эксплуатация технологических трубопроводов в химической, нефтяной и газовой промышленности [Текст] / М.И. Севастьянов. - М.: Химия, 1966. - 244 с.

3. Строкин И.И. Перевозка и складирование строительных материалов  
Серия: Справочник строителя. / И.И. Строкин. - М. : Стройиздат, 1991.  
- 463 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВ-СИНТЕЗА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ МАТРИЦ ДИСПЕРСИОННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

М.Д. Юрченко, Е.А. Маренкова, М.С. Кузнецов  
Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет  
kms@tpu.ru

*В работе проведено исследование термодинамических характеристик СВ-синтеза матрицы дисперсионного ядерного топлива на основе системы Ni-Al при разбавлении шихты инертной добавкой. Было показано, что при увеличении массовой доли добавки (20 – 50%), происходит уменьшение пика температуры в процессе синтеза. Также произведена оценка нейтронно-физических характеристик данного соединения, позволяющая сказать о возможности использования NiAl в реакторах на быстрых нейтронах.*

**Ключевые слова:** СВ-синтез, интерметаллиды, ядерное топливо, ДЯТ, матричный материал.

Современная ядерная энергетика – это обширная отрасль промышленности, закрепившая свое существование на энергетическом рынке. В России АЭС играют немаловажную роль в обеспечении населенных пунктов электроэнергией и отоплением в зимнее время. В последнее время актуальной проблемой является повышение КПД реакторных установок. Этот вопрос неразрывно связан с модернизацией топливных композиций.

Используемое в большинстве реакторов топливо из диоксида урана характеризуется низкой теплопроводностью, вследствие чего при эксплуатации АЭС в топливной таблетке возникают сильные термические напряжения, приводящие к её растрескиванию. Данный факт накладывает существенные ограничения на возможно осуществимые температурные режимы внутри активной зоны реактора, что влияет на максимально достижимый КПД. Кроме того, растрескивание топлива приводит к выходу продуктов деления за пределы таблеток, снижая эффективность обеспечения ядерной и радиационной безопасности на АЭС.

Данная работа посвящена разработке перспективной замены керамического ядерной топлива – дисперсионному ядерному топливу (ДЯТ), представляющем собой делящиеся соединения, диспергированные в инертную матрицу, свойства которой стабилизируют недостатки топливных частиц на необходимом уровне.

Многообещающим материалом для матрицы являются интерметаллидные соединения, зачастую обладающие хорошими теплофизическими показателями, а также характеризующиеся высокой радиационной стойкостью. Одним из таких соединений являются и NiAl [1].

Данное соединение можно получать перспективным методом – самораспространяющимся высокотемпературным синтезом (СВС). Метод основан на использовании экзотермических реакций между рядом химических элементов, в ходе которых энергия, произведенная при химическом взаимодействии, расходуется на инициацию реакции в близлежащих слоях реагирующих веществ [2].

В данной работе отработан синтез системы Ni-Al методом СВ-синтеза и достигнуто высокое содержание целевых фаз в образцах, показана возможность синтеза вышеупомянутых соединений при изначальном разбавлении шихты до 60 % инертной добавки без дополнительных механоактивационных затрат, исследован температурный режим синтеза при различном разбавлении, и установлено, что увеличение содержания инертной добавки приводит к снижению пиковой температуры синтеза, а также произведена оценка нейтронно-физических характеристик данного соединения.

### **Список литературы**

1. Базылева О. А., Аргинбаева Э. Г., Туренко Е. Ю. Жаропрочные литейные интерметаллидные сплавы //Авиационные материалы и технологии. – 2012. – №. S. – С. 57.
2. Алексеев С., Зайцев В., Толстоухов С. Дисперсионное ядерное топливо. – Litres, 2017.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ УЯЗВИМОСТЕЙ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.А. Киселев, М.В. Лопатин  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
michanj99@yandex.ru

*Представлен обзор основных уязвимостей защищаемых объектов с указанием на основной источник реализации угроз*

**Ключевые слова:** уязвимости информационных систем; объективные, субъективные, случайные уязвимости; даркнет

Зачастую различные информационные системы проектируются без учета всех недостатков в системе, используя которые можно намеренно нарушить ее целостность и вызвать неправильную работу. Эффективная разработка информационных систем особенно важна не только для разработчиков, но и для обычного её пользователя.

Уязвимости можно разделить на объективные, субъективные и случайные.[1]

Объективные уязвимости основываются на особенностях построения и технических характеристиках оборудования и ПО, применяемых на защищаемом объекте. Среди них наиболее опасны активизируемые и определяемые особенностями элементов защищаемого объекта и непосредственно самого объекта.[1]

Рассматривая активизируемые объективные уязвимости, можно сказать, что чаще всего в данной категории выделяются аппаратные и программные закладки. Аппаратные закладки представляют собой установку каких-либо дополнительных технических средств в разрабатываемое оборудование, с помощью которого в дальнейшем и может произойти реализация угроз безопасности информации. Программные закладки представляют собой установленные вредоносные программы, технологические выходы из программ, а также нелегальные копии ПО, установленного на защищаемый объект.

Полное устранение данных уязвимостей невозможно, но они могут устраняться частично или же ослабляться техническими методами.

Субъективные уязвимости зависят от действий субъектов. Среди них наиболее распространенными являются ошибки и нарушения.[1] Ошибки чаще всего возникают при разработке алгоритмов и ПО, инсталляции и загрузке ПО, эксплуатации ПО, вводе данных, а также при управлении и эксплуатации технических средств. Нарушения же классифицируются как нарушения режима охраны и защиты, режима эксплуатации технических средств, режима использования информации, режима конфиденциальности.

Уязвимости данного типа в большинстве случаев устраняются организационными и программно-аппаратными методами.

Случайные уязвимости обуславливаются особенностями окружающей объект среды и непредвиденными обстоятельствами.[1] Как правило, они образуются из-за сбоев и неисправностей технических средств, старения и размагничивания носителей информации, сбоев ПО, сбоев электроснабжения.

Полностью устранить случайные уязвимости можно, но только при проведении множества мероприятий технического уровня.

Таким образом, нарушитель может повлиять на информационную систему, что в итоге может привести к расширению привилегий нарушителя, к отказу в работе информационной системы, к получению доступа к определенным ресурсам, нарушению целостности ИС, к нарушению конфиденциальности. Также нарушитель может осуществить сбор ограниченной дополнительной информации, необходимой для совершения дальнейшего правонарушения. Но в современное время основная часть нарушений осуществляется с помощью даркнета. Даркнет – скрытая сеть, соединения которой устанавливаются только между доверенными участниками с использованием нестандартных протоколов и портов. Данная сеть предоставляет передачу данных в зашифрованном виде. Многие нарушители выбирают в качестве источника угроз именно даркнет. Именно оттуда “черные дилеры” предоставляют за денежные средства свои противозаконные товары и услуги.

Таким образом, в настоящее время уязвимости существуют в каждой информационной системе, поэтому необходимо принять меры по решению данной проблемы, и лучше всего начать с ограничения доступа к сети даркнет в нашей стране.

В данной работе проведен анализ и классификация уязвимостей информационных систем, а также краткий обзор потенциально опасного источника угроз “даркнет”. Основная цель обзора – наиболее подробный обзор уязвимостей ИС для принятия мер по устранению недостатков и общего улучшения в разработке ИС.

## Список литературы

1. Муханова А.А. Классификация угроз и уязвимостей информационной безопасности в корпоративных системах / А.А. Муханова, А.В. Ревнивых, А.М. Федотов // Вестник Новосибирского государственного университета. – 2013 – С. 55-71.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ ДЛЯ УЧЁТА ПОСЕЩЕНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Д.Д. Родишев

Сибирский государственный университет путей сообщения  
TarasovEB@edu.stu.ru

*В процессе работы был собран и проанализирован теоретический материал о технологиях распознавания лиц. Описали процесс разработки и тестирования программного продукта для распознавания объектов на изображении. В результате выполнения работы был реализован программный продукт для учета студентов и преподавателей в учебных заведениях с помощью технологий идентификации человека по лицу. Для учета статистики создана веб – версия приложения.*

**Ключевые слова:** распознавание лиц, нейронная сеть, поиск лиц, программный продукт.

Актуальность выбранной темы определяется тем, что создание технологии идентификации человека по лицу для учета посещений учебных заведений позволит отказаться от ведения бумажного журнала посещаемости и надобности учебным отделом проверять преподавателей, отсутствующих на занятии.

Объектом работы являются алгоритмы распознавания лиц.

Научная новизна работы состоит в том, что результаты теоретического и практического обзора позволили создать программный продукт для ведения статистики посещаемости с помощью распознавания лиц, что позволит сделать выводы о эффективности применения данной разработки и определить пути ее совершенствования.

Практическая значимость работы состоит в возможности внедрения системы в любой университет города или страны, в частности СГУПС, с целью учета студентов и преподавателей, присутствующих на занятии, что позволит сократить время на работу с бумажным

журналом, отказаться от проверок преподавателей учебным отделом, а сэкономленное время потратить на получение новых знаний.

В рамках работы было проведено исследование методов обнаружения и технологий идентификации человека по лицу.

Исходя из проведенного анализа был выбран самый популярный метод для поиска области лица на изображении – метод Виолы-Джонса. Данный метод характеризуется высокой скоростью и эффективностью. Было выяснено, что использование каскадного классификатора Хаара является хорошим способом для поиска лиц на изображении.

Для разработки программного продукта была выбрана технология – нейронные сети, а именно сверточный вид. Данная технология максимально игнорирует внешние факторы и используется для работы с изображениями.

После изучения существующих средств разработки для написания приложения был выбран программный продукт от компании Microsoft – Visual Studio Code, который в свою очередь имеет большой функционал, возможность установить множество плагинов и поддерживает git-интеграцию, которая позволяет контролировать версии проектов.

На основе анализа алгоритмов обнаружения и технологии идентификации лиц был реализован программный продукт для учета посещений студентов и преподавателей учебных заведений.

Качество идентификации личности напрямую зависит от качества изображения. Был проведен ряд экспериментов, на которых размещали камеру в различных положениях с помощью оборудования двух видов. Наилучший результат эксперимента составил 86 % распознавания лиц, при размещении камеры с помощью кронштейна сверху у дверного проема в аудитории.

Для учета статистики была разработана веб-версия приложения со следующим функционалом: просмотр списка студентов групп, просмотр личной информации о студенте и преподавателе, просмотр статистики посещения студентов и преподавателей на занятиях, загрузка фотографии в базу данных, для дальнейшей идентификации личности.

Разработанная система способна с высокой точностью распознавать лица, затрачивая при этом небольшое количество аппаратных ресурсов ПК. Это является немаловажным фактором при дальнейшем применении программного продукта в качестве системы контроля.

### **Список литературы**

1. Д. А. Форсайт, Ж. Понс. Компьютерное зрение. Современный подход. 2015.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ УЛ.КУБОВАЯ - УЛ.КЕДРОВАЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСК

Шибарева Е.К.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
ulanovaa@edu.stu.ru

*В процессе работы был собран и проанализирован теоретический материал о моделировании, проведен анализ транспортно-эксплуатационных условий района пересечения улиц Кубовая и Кедровая города Новосибирск, получены данные и сделаны выводы об интенсивности транспортного потока. Была проведена разработка мероприятий по совершенствованию дорожного движения. В результате выполнения работы была получена имитационная модель транспортной развязки с наличием настраиваемых параметров и сбором статистики для проведения экспериментов и прогнозирования поведения системы.*

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, транспортный поток, транспортная развязка, AnyLogic.

Актуальность темы исследования определяется тем, что создание имитационной модели транспортной развязки на основе протекающих поведений движения транспортных средств и ее экспериментальные изменения позволят автоматизировать основные потоки движения на выбранном участке, что приведет к снижению плотности транспортного потока, а также к увеличению интенсивности транспортного потока.

Данный транспортный узел располагается в Заельцовском районе при выезде в пригород города Новосибирск и находится на пути к двум новым и развивающимся микрорайонам «Стрижи» и «Родники». Однако улучшение транспортной доступности не соответствует темпам застройки жилья. Перекресток является частью федеральной автомобильной дороги Р255, которая ведет к двум близлежащим городам Томск и Кемерово. Существующая организация движения на транспортном узле не обеспечивает достаточную пропускную способность.

Исходя из анализа транспортной развязки был сделан вывод, что на перекрестке существуют конфликтные точки, которые в свою очередь ведут к затору и образованию пробок.

Можно сделать вывод, что рассматриваемый перекресток нуждается в реорганизации движения, которая в данном проекте представлена в

виде проведения экспериментов и введения светофорного регулирования.

Объектом исследования является транспортный узел ул. Кубовая – ул. Кедровая.

После анализа существующих программных продуктов для имитационного моделирования был выбран профессиональный продукт AnyLogic 8.3.4.

Были рассмотрены разные варианты организации движения на перекрестке ул. Кубовая - ул. Кедровая и проведены 6 следующих экспериментов: применение светофора, применение светофора с подбором фаз, расширение полосы на близлежащем перекрестке ул. Охотская - ул. Кедровая, применение светофора с подбором фаз на перекрестке улиц Охотская и Кедровая, применение светофора на перекрестке улиц Кубовая, Кедровая и расширение дороги на перекрестке улиц Охотская, Кедровая.

Для оценки качества работы перекрестка использовались следующие характеристики: количество машин на перекрестке, количество машин в модели, средняя скорость движения, среднее время нахождения автомобилей в модели. В модель были добавлены графики, отражающие значения этих характеристик.

Приведены результаты анализа взаимосвязи каждого эксперимента с критериями оценки. Результаты показаны в виде гистограмм, показывающих преимущества различных вариантов организации движения. После чего проведен сравнительный анализ, который показал, что наилучшим является вариант – расширение полосы на близлежащем перекрестке улиц Охотская, Кедровая.

Научная новизна работы состоит в том, что результаты теоретического и практического обзора модели транспортной развязки могут быть применены к актуальному состоянию дорожного движения ул. Кубовая - ул. Кедровая города Новосибирск, что позволит сделать выводы относительно модели транспортной развязки и определить пути ее совершенствования.

Практическая значимость работы состоит в возможности внедрения результатов исследования в дорожную транспортную сеть города Новосибирска с целью сокращения плотности транспортного потока и увеличению интенсивности транспортного потока.

## **Список литературы**

1. В. В. Семенов. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. Институт прикладной математики. Москва: ИПМ № 46. –2004.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ 4G МОДЕМА

В.В. Качесов, Н.А. Стёпин, М.А. Муратова  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики

*В работе рассматриваются пути уязвимости 4G модемов, используемые банковскими аппаратами, ведь LTE имеет широкое распространение в использовании, повсеместно. В этом докладе отразится проблема степени защиты пользователей от атак. Проверим, насколько операторы гарантируют дешевую и конфиденциальную связь.*

**Ключевые слова:** *Безопасность, модем, уязвимость, связь.*

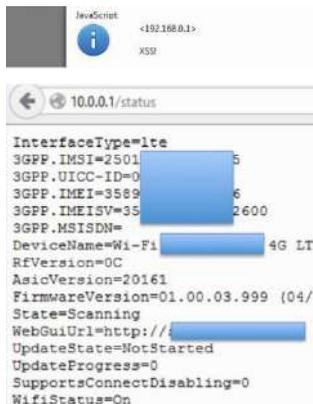
Зачастую операторы делают громкие заголовки, отвечая, что за безопасность не стоит беспокоиться, сравнивая ее с защитой как кноп, но это не так. Эксперты Positive Technologies провели исследование защиты модемов от нежелательных перехватов, взломов и атак.

Благодаря взлому, можно с легкостью взять под контроль модем, с которого осуществляется управление другого модема и сам аккаунт абонента на портале мобильного оператора. Помимо этого можно атаковать SIM-карту, благодаря бинарным SMS, происходит перехват и расшифровка данных абонента. В первую очередь это касается безопасности современных смартфонов, благодаря которым мы читаем новости, сидим в социальных сетях и мн.др. Цифровая мобильная связь стандарта GSM используется повсеместно и никто бы не хотел быть жертвой списанных денег с банковского счета.

Обычно модемы беспроводной связи – это компьютер, у которого есть своя операционная система, в частности Android, и прошивка с установленными приложениями для удобства и широкого применения. В протоколах передачи данных существуют уязвимости. Для исследования использовался USB-модем, чтобы его идентифицировать, можно найти документацию в поисковой системе, можно найти пароль от telnet-доступа (рисунок 1). Для полной функциональности лучше использовать не telnet, а http. Производится подключение компьютера с модемом, изучаем его как отдельный сетевой узел с интернет приложениями. Атака производится через браузер и выводится лист информации о модеме (рисунок 2).



**Рисунок 1 – Идентификация устройства**



**Рисунок 2 – Лист информации взломанного модема**

Помимо взломанных данных на атакованном модеме можно поменять DNS для перехвата трафика, заменить настройки SMS-центра, обновить удаленно прошивку модема. Атаку можно и дальше развить, пойти до компьютера, на котором держится USB-модем, благодаря утилитам. Атаки происходят на низком техническом уровне, поэтому решение проблемы по безопасности по большей части зависит от производителя и оператора.

### Список литературы

1. К. Нестеров, А. Осипов, Т. Юнусов – Безопасность 4G: захватываем USB-модем и SIM-карту с помощью SMS [электронный ресурс] URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/462147.php> (дата обращения: 14.09.19)
2. Darren Pauli – SMS pwnage on MEELLIONS of flawed SIM cards, popular 4G modems [электронный ресурс] URL: [https://www.theregister.co.uk/2014/11/19/sms\\_pwnage\\_on\\_meellions\\_of\\_flawed\\_sim\\_cards\\_popular\\_4g\\_modems/](https://www.theregister.co.uk/2014/11/19/sms_pwnage_on_meellions_of_flawed_sim_cards_popular_4g_modems/)

## АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГОРОДА СОЧИ

А.В. Могильникова, Г. П. Мартынов  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
martynov@ssga.ru

*Авторы статьи проводят анализ зависимостей метеорологических данных по городу Сочи за период с 1966 по 2015 г.г. Исследуются гипотезы о нормальности распределения данных статистики каждого из этих факторов. Изучаются возможные парные зависимости этих факторов между собой, строятся графики линейной регрессии выявленных пар зависимых факторов и рассматривается разброс данных относительно построенных теоретических линий.*

**Ключевые слова:** статистический анализ, нормальный закон распределения, коэффициент корреляции, критерий согласия, линия регрессии, диаграмма рассеяния

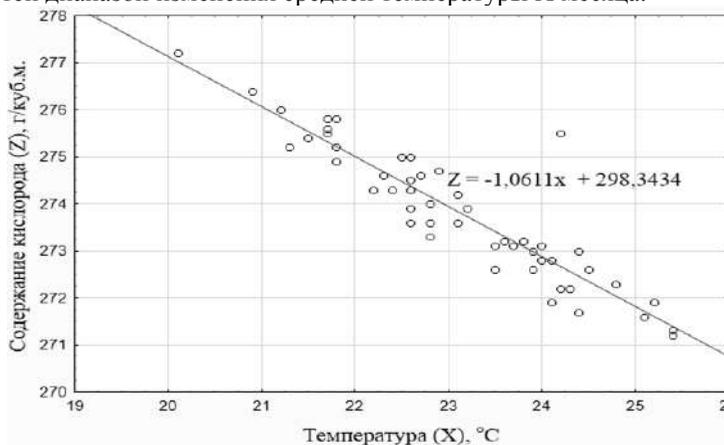
Была проведена оценка динамики изменений и возможные взаимосвязи четырех факторов среды: температуры воздуха (фактор X), относительной влажности воздуха (фактор Y), атмосферного давления (фактор P) и содержания кислорода в воздухе (фактор Z).

Проведена проверка нормальности распределений с помощью критерия согласия  $\chi^2$ . Выявились следующее: почти все месяца исследуемых факторов имеют нормальный закон распределения.

Следующим этапом исследований была проверка гипотез о парной корреляции данных четырех факторов с помощью коэффициента парной корреляции. Пара P, Z (атмосферное давление и содержание кислорода) дают хорошую корреляцию, при которой коэффициент корреляции варьировался в пределах от (+0,8226) до (+0,5282). А пара X, Z (температура и содержание кислорода) дают более сильную корреляцию. Их коэффициент корреляции изменялся в пределах от (-0,9495) до (-0,8630). Пары Y и Z, P и X, P и Y между собой мало зависимы друг от друга.

Далее выполнялось построение графиков линейной регрессии зависимых пар факторов P и Z, X и Z. На рис. 1 приводится диаграмма рассеяния (Z и X) за июль. На диаграмме прослеживаются не очень сильные отклонения данных наблюдений относительно теоретической линии регрессии факторов. Можно сделать прогноз: при увеличении средней температуры этого месяца, например, на 10 градусов (динамика изменения температуры летних месяцев как раз показывает тенденцию

к росту температуры летом), содержание кислорода в 1 куб. м воздуха уменьшится примерно на 10 г. Кроме этого точечного прогноза можно найти доверительные интервалы, в которых с заданной надежностью будет находиться значение интересующего нас фактора Z, если известен диапазон изменения средней температуры X месяца.



**Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния (Z и X) за июль**

По результатам исследований можно сделать следующий вывод: что изменение среднемесячного содержания кислорода в воздухе обозначает тенденцию понижения содержания кислорода (с января по октябрь) в воздухе Сочи по годам, начиная с 1970 г. При этом в период с мая по сентябрь содержание кислорода находится в диапазоне от 270 до 280 г/куб. м., что составляет менее 21% от веса воздуха; практически во все месяцы прослеживается устойчивая отрицательная корреляционная связь содержания кислорода и температуры воздуха; атмосферное давление и содержание кислорода также дают хорошую положительную корреляцию.

И, исходя, из вышесказанного рекомендуется в теплое время года, учитывая обратную зависимость содержания кислорода от температуры воздуха, больше бывать в тех местах города, где атмосферное давление выше обычного, либо принимать кислородные коктейли, дабы не допустить кислородного голодания организма.

### **Список литературы**

1. Статистика городов России [Электронный ресурс] / Статистика погоды по годам; ред. Кравцев Л.С. – Режим доступа: <http://www.atlas-yakutia.ru>, свободный.

## СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ DLP И LCD

Л.А. Холодкова, В.Б. Шиф  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)  
shif\_v@mail.ru

*В данном докладе рассмотрено сравнение технологий двух проекторов. Указаны главные положительные и отрицательные стороны.*

**Ключевые слова: технология, проектор, микрозеркала, яркость, цветопередача, зеркала**

Среди разработанных на сегодняшний день технологий проектирования цветного изображения на внешний экран можно выделить четыре основные, CRT – Cathode Ray Tube (кинескопная);

LCD – Liquid Crystal Display (жидкокристаллическая на просвет);

DLP – Digital Light Processing (микрозеркала);

LCoS («жидкие кристаллы на кремнии»).

DLP (англ. Digital Light Processing – Цифровая обработка света) – это светоклапанная микроэлектромеханическая технология вывода визуальной информации. Была разработана в 1987 г. инженером компании Texas Instruments Ларри Хорнбеком (англ. Larry Hornbeck) [1].

Механической основой LCD (англ. Liquid Crystal Display) и reflective LCD-проекторов является твердотельная стеклянная подложка с нанесенной на неё системой управления слоем структурированного жидкого кристалла. Поэтому и LCD и reflective LCD-проекторы дают изображение стабильное по геометрии и другим параметрам.

Главное требование, предъявляемое к любому мультимедийному проектору, – это качественное воспроизведение изображения. Данный показатель зависит напрямую от объективных технических характеристик модели: разрешения, яркости и контрастности.

Дополнительным критерием при выборе проектора является его вес и дизайн. Проекторы весом до 2 кг относятся к категории ультрапортативных. Проекторы весом 2-4,5 кг относятся к классу портативных проекторов. Проекторы весом более 5 кг относятся к категории стационарного презентационного оборудования.

### **Список литературы:**

1. DLP [Электронный ресурс]: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DLP> (дата обращения: 15.03.2019)
2. Жидкокристаллический проектор [Электронный ресурс]: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Жидкокристаллический\\_проектор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Жидкокристаллический_проектор) (дата обращения: 15.03.2019)
3. Технологии проекторов [Электронный ресурс]: <http://myprojector.ru/blog/9.html> (дата обращения: 15.03.2019)
4. LCD, LED и OLED в чём разница [Электронный ресурс]: <http://php-web.info/articles/video-info/lcd-led-oled-display/> (дата обращения: 15.03.2019)

## **РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ВАГОННЫХ РЕМОНТНЫХ ДЕПО**

Д.А. Сумина, А.О. Коломеец

Сибирский государственный университет путей сообщения  
[andreykolomeec@yandex.ru](mailto:andreykolomeec@yandex.ru)

*Предмет исследования – система неразрушающего контроля в вагонных ремонтных депо. Объект исследования – регистрация и анализ результатов неразрушающего контроля узлов и деталей грузовых вагонов. Целью работы является повышение эффективности системы неразрушающего контроля за счет разработки информационно-аналитической системы неразрушающего контроля в вагонных ремонтных депо.*

**Ключевые слова: информационно аналитическая система, неразрушающий контроль**

Неразрушающий контроль является частью технологий ремонта, изготовления и технического обслуживания вагонов и выполняется с целью своевременного выявления в объектах контроля дефектов, указанных в нормативной и/или конструкторской (ремонтной, эксплуатационной) документации, для принятия необходимых мер по обеспечению технической и экологической безопасности железнодорожного транспорта.

Неразрушающий контроль - контроль качества продукции, который не должен нарушать ее пригодность к использованию по назначению.

Дефект – каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Система контроля – совокупность средств контроля, исполнителей и определенных объектов контроля, взаимодействующих по правилам, установленным соответствующей нормативной документацией.

Результат контроля воспринимается, органами чувств оператора: визуально на экране дефектоскопа или аудиально, по звуковому сигналу. Для обеспечения качества и систематизации неразрушающего контроля существует ряд информационных систем, а также для контроля за деятельностью подразделений неразрушающего контроля существуют следующие отчетные формы. Однако анализ собранной и постоянно обновляемой информации может вызывать проблему, связанную с качественной обработкой большого массива данных и его мониторингом. Поэтому для повышения качества контроля требуется информационно-аналитическая система контроля качества в подразделениях неразрушающего контроля.

Разрабатывать программный продукт было решено на языках HTML, CSS, JavaScript и PHP, а в качестве базы данных Microsoft SQL Server. Язык HTML - это основа web-сайтов, с его помощью создается каркас страницы, которую вы видите в браузере. Язык CSS расширяет возможности языка HTML. Он позволяет менять цвета, шрифты, фон, в общем заниматься красотой сайта. А HTML, соответственно, отвечает за структуру сайта. JavaScript используется как встраиваемый язык для программного доступа к объектам приложений. Наиболее широкое применение находит в браузерах как язык сценариев для придания интерактивности веб-страницам. PHP – это серверный язык программирования, который выполняется на стороне сервера, в то время как JavaScript выполняется в браузере на стороне пользователя.

В рамках работы спроектирована база данных, заложена архитектура приложения, позволяющая с наименьшими усилиями изменять имеющийся функционал и добавлять новый. Были учтены внутренние нюансы бизнес-процессов, а также их внешнее оформление, чтобы они были удобными, читаемыми, интуитивно понятными. По окончании работы, было создано web-приложение.

### **Список литературы**

1. Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения / Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии Федерального агентства железнодорожного транспорта» (НИИ мостов)
2. Справочник по HTML. [Электронный ресурс] – URL: <http://htmlbook.ru/html> (дата обращения: 28.08.2019)

3. Общие сведения о платформе PHP. [Электронный ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PHP> (дата обращения: 20.08.2019)

## **ИСТОЧНИКИ СВЕТА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СТУДИИ**

А.Т. Коксегенова, В.Б. Шиф  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики, [shif\\_v@mail.ru](mailto:shif_v@mail.ru)

*В данной работе рассматриваются различные источники света, применяемые в телевидении, их характеристики. Так же, приведены достоинства и недостатки некоторых видов ламп, проводится сравнение по различным параметрам.*

**Ключевые слова:** источник света, лампа, световой прибор, сила света, освещенность, световой поток.

Свет на ТВ не является тайным ритуалом, но в то же время это не пример обычного освещения. При разработке систем освещения возникают две проблемы: техническая и художественная. В первом случае необходимо знать конструктивные особенности оборудования, и какой именно прибор необходимо использовать в том или ином случае. С другой стороны, постановка света – вопрос творческий. В отличие от киносъемок, где каждая мизансцена освещается наиболее выгодным для камеры образом, освещение в ТВ студии – сплошной компромисс. Действие здесь идет непрерывно, переснять, обычно, нельзя. К тому же предметы всегда расположены в определенных местах и переставить их так же нет возможности. Освещение, с одной стороны должно быть простым, дабы не усложнять работу в студии, но с другой стороны, должно обеспечивать необходимые технические условия для работы камер.

Источником света является любой объект, излучающий электромагнитную энергию в видимой области спектра. По своей природе источники подразделяются на искусственные и естественные.

В свою очередь, искусственные источники бывают следующих типов: лампы накаливания, галогеновые лампы, газоразрядные лампы, флуоресцентные лампы, светодиодные источники света и др.

Во время изучения различных источников света были обнаружены достоинства и недостатки каждого вида по конструктивным и электрическим характеристикам. А так же проведено сравнение ламп по таким светотехническим параметрам, как: световой поток,

интенсивность излучения (сила света), освещенность, эффективность излучения, индекс цветопередачи, цветовая температура и т.д.

По результатам исследований можно сделать вывод, что светодиодные светильники являются наиболее эффективными, так имеют самый большой срок службы и самое низкое энергопотребление, устойчивы к механическому воздействию и температурным перепадам, не нагреваются при работе, имеют самый высокий КПД (более 70%), обладают наилучшими световыми параметрами. Но в то же время, у светодиодов есть существенный недостаток – высокая цена.

### **Список литературы:**

1. Валерий Савельев. Источники света [Электронный ресурс] //NASTROY новостной портал., 2015-2018. URL: <https://www.nastroy.net/post/istochniki-sveta/> (дата обращения 25.02.2019)
2. Валерий Савельев. Источники света: виды, основные характеристики и области применения [Электронный ресурс] // SYL.RU электронный журнал.,2013-2019. URL: <https://www.syl.ru/article/388934/istochniki-sveta-vidyi-osnovnyie-harakteristiki-i-oblasti-primeneniya/> (дата обращения 25.02.2019)
3. Владимир Артемов. Виды осветительного оборудования [Текст] / Артемов В. // Архив журнала «625». – 2001. – №1.
4. Ирина Соколова. Осветительный прибор. Что это такое? [Текст] / И.Б. Соколова// Архив журнала «625». – 2001. – №1.
5. Лампы освещения. Общие технические характеристики ламп [Электронный ресурс] // Калькулятор. Справочный портал., 2000-2019. URL: <https://www.calc.ru/Lampy-Osveshcheniya-Obshchiye-Tekhnicheskiye-Kharakteristiki.html> (дата обращения 25.02.2019)

## **ПЕРЕХОД РОССИЙСКОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ НА ЦИФРОВОЙ СТАНДАРТ НАЗЕМНОГО ЭФИРНОГО ВЕЩАНИЯ DVB-T2**

Д.А. Брумм, В.Б. Шиф  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
[shif\\_v@mail.ru](mailto:shif_v@mail.ru)

*Доклад посвящен исследованию некоторых особенностей стандарта эфирного цифрового телевидения Digital Video Broadcasting (DVB), обзору ресиверов цифрового телевидения и видов коммутационных разъемов (RCA, HDMI). Особое внимание уделяется*

*основным теоретическим положениям данной области современной радиоэлектроники.*

**Ключевые слова:** цифровое телевидение, аналоговое телевидение, сигнал, ресивер, приставка, тюнер, DVB-T2, HDMI, RCA.

В 2019 году в соответствии с Федеральной целевой программой «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы» наша страна полностью перейдёт на телевизионное вещание в цифровом стандарте DVB-T2. Ряд других государств в связи с построением полноценных цифровых сетей уже прекратил или планирует в ближайшем будущем закончить телевидение в аналоговых стандартах. Главная сложность, возникающая вследствие данного перехода, заключается в инертности населения, не желающего расставаться со старыми работоспособными телевизорами и за свой счёт приобретать цифровые приставки.

Такое затруднительное положение возникает, прежде всего, в связи с непониманием людьми смысла перехода с аналогового способа вещания на цифровой. Население не представляет тех кардинальных отличий, существующих между данными способами эфирной передачи телевизионного изображения и звука.

Цифровое телевидение имеет целый ряд преимуществ, по сравнению со старым аналоговым форматом телевидения. Аналоговый сигнал слишком избыточен и небезопасен, беспомощен перед разнородными помехами и не имеет конкретной дифференциации уровней дискретизации. Цифровой же стандарт лишен всех этих недостатков и поэтому по праву вытесняет аналоговый из нашей страны.

Приемник аналогового телевизионного сигнала не способен принимать цифровые сигналы из-за кардинально различающихся методов передачи, поэтому требует дополнительных устройств преобразования - цифровых тюнеров (приставок, ресиверов). Если люди не готовы расстаться со своими нынешними аналоговыми приемными устройствами, им необходимо приобретать цифро-аналоговые преобразователи в виде подобных устройств. Способ коммутации телевизора с ресивером может быть разным в зависимости от конкретного приемника, поэтому необходимо знать отличия аналоговых разъёмов (RCA) от цифровых (HDMI), а также иметь представление о возможностях каждого из них.

## Список литературы

1. Аналоговое телевидение [Электронный ресурс]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналоговое\\_телевидение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Аналоговое_телевидение) (дата обращения 20.03.19)
2. Аналоговый сигнал [Электронный ресурс]. — URL: <https://elquanta.ru/teoriya/analogovuyj-signal.html> (дата обращения 20.03.19)
3. DVB-T2 [Электронный ресурс]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DVB-T2> (дата обращения 20.03.19)
4. Ресивер цифрового телевидения [Электронный ресурс]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ресивер\\_цифрового\\_телевидения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ресивер_цифрового_телевидения) (дата обращения 20.03.19)
5. HDMI [Электронный ресурс]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HDMI> (дата обращения 20.03.19)
6. RCA (разъём) [Электронный ресурс]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/RCA\\_\(разъём\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/RCA_(разъём)) (дата обращения 12.03.19)
7. RCA разъем – актуальный коннектор в наше время? [Электронный ресурс]. — URL: <http://profi-user.ru/rca/> (дата обращения 20.03.19)

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФОНТАННЫХ КОДОВ В СРЕДЕ MATHCAD

Д.В. Жигалин, О.Г. Мелентьев  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
[melog.aes@gmail.com](mailto:melog.aes@gmail.com)

*В данном докладе рассмотрена реализация фонтанных кодов в среде MathCAD. Рассмотрены алгоритмы кодера и декодера. Рассмотрены проблемы определения выбора наиболее выгодного алгоритма для передаваемого числа пакетов, определения достоверности распределения средней степени пакетов. Показано преимущество робастного Солитоновского распределения над идеальным Солитоновским распределением.*

**Ключевые слова:** фонтанные коды, MathCAD, средняя степень пакетов, кодер, декодер, робастное Солитоновское распределение, идеальное Солитоновское распределение

Фонтанные коды (далее LT – далее), в отличии от классических помехоустойчивых кодов, позволяют восстанавливать полностью потерянные пакеты.

Целью данного исследования является получение эффективной программной реализации ЛТ кодов.

Задачами же являются освоение алгоритмов ЛТ кодов и их программная реализация.

Длина последовательности символов в коде произвольная. Код имеет ряд свойств. Во-первых, ЛТ код «бесконечен». Во-вторых, символы могут быть закодированы на лету. В третьих, код позволяет получить обратно точную копию данных от любого набора сгенерированных зашифрованных символов.

Рассмотрим алгоритм кодера. Пусть, имеется исходный файл, который необходимо передать. Для этого нужно поделить его на  $K$  пакетов равной длины и выбрать подходящую степень пакета. Далее, выбирается случайным образом степень пакета  $d_n$  из функции плотности распределения степени  $\mu(d)$ ; затем, из  $K$  пакетов выбираются  $d_n$  соседей; далее производится побитное сложение по модулю 2 соседей, тем самым получая выходной пакет.

Заметим, что, кроме самих информационных элементов, в пакетах должна содержаться информация о соседях, включенных в текущий кодовый пакет (по желанию может быть указана степень пакета, но в основном устройство само способно определить степень пакета). Далее рассмотрим алгоритм декодера.

Выбирается кодовый пакет  $t_n$  со степенью  $d_n$  равной 1. Кодовый элемент, имеющий единичную степень, ввиду специфики кода будет аналогичен исходному информационному элементу  $s_i$ . Далее, операцией XOR удаляем элемент  $s_i$  из всех принятых кодовых пакетов, где он присутствует, при этом понижая степень кодовых пакетов, соответственно, на 1. Затем, повторяем заново, пока декодирование не завершится.

Важную роль в декодировании играют функции плотности распределения степени кодового пакета. Если на любом из шагов декодирования будет отсутствовать элемент со степенью единица, то декодирование завершится автоматически и оставшиеся пакеты останутся без обработки.

В идеальном случае для декодирования достаточно иметь хотя бы 1 кодовый пакет единичной степени и достаточное число элементов степени 2. Согласно этой идеологии построено идеальное Солитоновское распределение (Ideal Soliton distribution) [2,237]. Однако, на практике идеальное распределение дает плохие результаты, т.к. при потере в канале единственного пакета степени единица процесс декодирования не инициируется, что приводит к потере кодового сообщения.

Для обеспечения стабильного декодирования было разработано робастное Солитоновское распределение (Robust Soliton distribution) [2,237]. Распределение сконструировано таким образом, чтобы увеличить вероятность полного декодирования сообщения.

Проблема LT кодов заключается в сложности получения постоянной средней степени пакетов, потому что всегда присутствует вероятность того, что часть исходных пакетов не будет восстановлена, так как алгоритм кодера реализуется при помощи псевдослучайного процесса, поэтому необходимо дальнейшее исследование, чтобы уменьшить или даже пресечь эту вероятность.

### **Список литературы**

1. Шинкаренко, К.В. Помехоустойчивое кодирование в компьютерных сетях[Текст]/ К.В. Шинкаренко, А.М. Кориков// Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2008.-№ 2. – С. 105-107.
2. Amin Shokrollahi. Raptor Codes[Текст]/ Amin Shokrollahi, Michael Luby// Foundations and Trends in Communications and Information Theory. –2011. - №3-4. –С. 213-322.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

А.А. Киселев, И.А. Кукшеев  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
a.kiselev@ngs.ru

*Представлен разбор основных методов оценки защищенности информационных ресурсов.*

**Ключевые слова:** методы анализа защищенности, аудит информационной безопасности, тестирование на проникновение, Red Team Assessment

В современном мире стремительно растет объем информационных потоков. Развитие в любой общественной сфере невозможно без наличия такого ресурса, как информация. В связи с этим необходимо уделить особое внимание защите информационных ресурсов. Однако, процесс защиты не способен постоянно работать эффективно и исправно. Для того, чтобы оценить качество и уровень защиты информационных ресурсов, существуют методы анализа

защищенности. Применение этих методов позволяет обеспечить сохранность данных от посторонних лиц. Проанализируем три основных метода, чтобы понять, каким образом происходит оценка защищенности.

*Аудит информационной безопасности* – законный процесс сбора и анализа информации о системе, необходимой для последующего проведения качественной или количественной оценки уровня защиты от атак злоумышленников. Аудит системы отличается от теста на проникновение и взлома тем, что он предусматривает поиск и возможную эксплуатацию всех найденных аудитором уязвимостей. В аудите предусмотрен как метод Black Box, так и White Box — когда аудитор получает доступ к конфигурации и полной информации обо всех информационных системах предприятия. Результаты аудита позволяют сформировать стратегию защиты системы. Однако, необходимо понимать, что аудит должен осуществляться периодически, для того чтобы способствовать эффективному контролю уровня информационной безопасности системы.[0]

*Тестирование на проникновение (PenTest)* - выявление максимального числа уязвимостей и ошибок компьютерных систем или сетей за отведенное время, а также их эксплуатация для определения уровня риска. Цель испытаний на проникновение — оценить возможность его осуществления и спрогнозировать экономические потери в результате успешного осуществления атаки. Испытание на проникновение может быть частью аудита информационной безопасности. Тестирование на проникновение выявляет наиболее уязвимые места в информационной системе, причины и следствия успешной атаки, а также проверяет надежность существующих механизмов защиты в целом.[0]

*Метод «Red Team Assessment»* – разновидность тестирования, которое подразумевает под собой максимально скрытное и глубокое проникновение команды условных злодеев в систему практически без отсутствия каких-либо ограничений. Red Team Assessment проводится в максимально приближенных к боевым условиям. Цель — проверить возможности организации по выявлению и предотвращению вторжения. Red Team Assessment есть смысл проводить только в том случае, если в компании имеется многослойная защита, построена большая часть ИБ-процессов и, главное, создана система мониторинга и реагирования.[0]

Также стоит упомянуть про такие методы, как: анализ защищенности, сканирование уязвимостей, «Breach and Attack

Simulation» на платформе Simulate. Они также являются не менее эффективными средствами анализа.

В настоящее время существует множество методов оценки защищенности информационных ресурсов и каждый из них имеет свои особенности. Невозможно выделить какой-то из методов, так как для каждого из них существует определенная цель, ради которой производится анализ защищенности. Для более детального разбора защищенности имеет смысл применять совокупность различных методов, которые в комплексе позволяют наиболее детально проанализировать защищенность информационных ресурсов.

### **Список литературы**

1. Аудит информационной безопасности – основа эффективной защиты предприятия [Электронный ресурс] // Anti-Malware URL: <https://www.anti-malware.ru/node/46> (дата обращения: 26.06.19).
2. Pentest или RedTeam? Пираты против ниндзя [Электронный ресурс] // Хабр URL: <https://habr.com/ru/post/420551/> (дата обращения: 26.06.19).
3. Пентест, RedTeam или BAS: что выбрать? [Электронный ресурс] // RUBEЖ: Информационно-аналитический журнал URL: <https://ru-bezh.ru/yakov-grodzenskij/25830-pentest-red-team-ili-bas-chto-vyibrat> (дата обращения: 26.06.19).

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ АБОНЕНТСКОЙ БАЗЫ**

Д.С. Лизнев, Ю.С. Лизнева  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
[ktm5r@rambler.ru](mailto:ktm5r@rambler.ru)

*В работе рассматривается возможность применения нейронной сети для прогнозирования изменения абонентской базы, выбор структуры нейронной сети.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, нейронная сеть, MATLAB

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 09.12.2014 N 1342 (ред. От 27.05.2019), каждый клиент компании, предоставляющей услуги связи, имеет полное право разорвать договор в одностороннем

порядке в любое время по своему желанию, при условии оплаты оказанных услуг [1].

То есть, прогнозирование изменения абонентской базы относится к классу задач, где зависимость выходных характеристик от входных переменных достаточно многогранна и сложна. Кроме того, необходимо учитывать, что при построении модели для прогнозирования существенный интерес представляет не столько сама абонентская база, сколько предсказание как изменятся выходные характеристики в зависимости от изменения входных параметров.

Таким образом, целью данной работы является создание нейросетевой модели для прогнозирования изменения абонентской базы.

Для прогнозирования изменения абонентской базы необходимо сформировать обучающую выборку, состоящую из набора входных параметров и заранее известного результата: расторг абонент договор с компанией или нет (выходной параметр).

Так как информация о сетевой активности клиентов компании является конфиденциальной, в работе предложено учитывать не абсолютные, а относительные значения. Кроме того, при моделировании поведения абонента предпочтительнее опираться на вероятность, чем на фактические величины.

В качестве входной информации предлагается в процессе обработки статистических данных для каждого абонента сформировать таблицу, содержащую:

- Долю времени разговора внутри оператора;
- Долю времени разговора с абонентами других операторов;
- Долю времени разговора, принимающей значение больше средней длительности разговора всех абонентов оператора;
- Интенсивность исходящих вызовов внутри оператора
- Интенсивность поступления входящих вызовов;
- Интенсивность исходящих вызовов к другим операторам;
- Долю потребленного интернет трафика.

Применительно к задаче прогнозирования необходимо выбрать конфигурацию нейронной сети, поэтому для практической реализации в работе был выбран пакет математических вычислений MATLAB [2].

Задача прогнозирования решалась с помощью многослойной нейронной сети - многослойного персептрона [3]. Для определения количества нейронов в скрытом слое было проведено исследование эффективности работы нейронной сетей для различных структур. На основании полученных данных, для решения задачи прогнозирования изменения абонентской базы, была построена нейронная сеть

структуры 7x4x1 с алгоритмом обучения Левенберга-Марквардта. Погрешность прогнозирования разработанной сети не превышает 1,2%.

Таким образом, использование нейронных сетей для прогнозирования абонентской базы на основе относительных величин позволяют учитывать динамику изменения выходных параметров. То есть определить влияние изменения величин входных параметров (в процентах) на вероятность изменения абонентской базы.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ от 09.12.2014 N 1342 (ред. От 27.05.2019) "О порядке оказания услуг телефонной связи" (вместе с "Правилами оказания услуг телефонной связи") // размещен в СПС "консультантплюс".
2. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Нейронные сети. МАТЛАВ 6./Под общ. Ред. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Осовский С.: Пер. С польского И.Д.Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002.- 344

## **АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

А.А. Киселев, Е.В. Некрасова  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
a.kiselev@ngs.ru

*Представлен обзор адаптивной системы защиты на основе нейронных сетей.*

**Ключевые слова:** Адаптивные средства защиты информации, биосистемная аналогия, искусственные нейронные сети

Постоянное увеличение числа новых угроз и их совершенствование подталкивает к необходимости создания системы защиты, способной не только обнаруживать угрозы и анализировать риски, но и реагировать в режиме реального времени. А значит, возникает необходимость наделить системы защиты информации свойством адаптивности.

В современном представлении адаптивная система защиты информации – это непрерывно контролируемая, взаимосвязанная иерархическая система, способная оперативно реагировать на атаки и несанкционированные действия, а также накапливать знания о способах обнаружения и реагирования и использовать их для усиления защиты.

Одним из вариантов решения проблемы построения такой системы является анализ уже существующих систем, обладающих необходимыми свойствами, и применение их принципов работы. После анализа нескольких систем выяснилось, что биосистемы являются искомым аналогом.[2]

На сегодняшний день существуют несколько алгоритмов на основе теорий, объясняющих функционирование и взаимосвязь элементов иммунной системы, но наиболее актуальным следует считать алгоритм, основанный на принципе работы нейронных сетей.

Нейронная сеть — это последовательность нейронов, соединенных между собой. Сам нейрон — это единица, хранящая информацию и сохраняющая алгоритм. Все сигналы, добравшись до нейрона, умножаются на свой вес и суммируются. Далее начинается работа активационной функции, которая сравнивает значение суммы с определенным значением и на основе этого сравнения принимает решение: транслировать сигнал дальше или нет. Адаптивность нейронных сетей заключается в том, что они обладают способностью адаптировать свои веса и пороги к изменениям окружающей среды.

Сам алгоритм состоит из процессов создания, обучения, отбора и функционирования иммунных детекторов на основе нейронных сетей. Сначала генерируется начальная популяция детекторов, каждый из которых представляет собой искусственную нейронную сеть. Для корректного функционирования нейросетевые детекторы должны пройти процесс обучения, позволяющий находить разницу между чистыми и зараженными файлами.[1] Далее следует отбор: уничтожаются неспособные к обучению детекторы, или в работе которых наблюдаются серьезные недостатки. Отобранные нейронные сети, находясь в системе, производят обнаружение вредоносных программ.

Важно заметить, что информация в адаптивных средствах защиты информации хранится в виде информационных полей на двух уровнях: нижнем и верхнем. Нижний уровень идентифицирует угрозы. Верхний уровень необходим для накопления опыта в виде информационного поля и связи с внешней средой.

Итак, в ходе исследования был проведен обзор идеи адаптивной системы защиты информации на основе нейронных сетей. Использование модели адаптивной безопасности дает возможность не только контролировать большую часть угроз и своевременно реагировать на них, но и накапливать знания о методах обнаружения и реагирования и использовать их для усиления защиты.

## Список литературы

1. Нестерук Ф.Г. Разработка модели адаптивной системы защиты информации на базе нейро-нечетких сетей: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.19. - СПб., 2005. - 164 с.
2. Применение нечетких искусственных иммунных систем в задаче построения адаптивных самообучающихся средств защиты информации // cyberleninka URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-nechetkih-iskusstvennyh-immunnyh-sistem-v-zadache-postroeniya-adaptivnyh-samoobuchayuschih-sredstv-zaschity> (дата обращения: 29.05.2019).

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А.В. Непочатых, А.А. Непочатых

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
andreykolomeec@yandex.ru

*Статья посвящена изучению дополненной реальности в сфере образования. Доказано, что дополненная реальность играет, на данный момент, в обществе важную роль. Главное достоинство дополненной реальности - это то, что обучение становится интереснее и красочнее.*

**Ключевые слова:** дополненная реальность, AR-реальность

В настоящее время дополненная реальность начинает активно применяться в образовании, так как это позволяет интересно и увлекательно изучать предметы. Она используется в таких сферах как, физика, химия. Однако, в такой сфере как история приложения на основе дополненной реальности отсутствуют. Благодаря таким приложениям можно изучить любое историческое событие, а также узнать стратегию боя войск.

С помощью таких приложений можно изучать предметы в независимости от того, есть ли специализированное оборудование или нет.

Многим ученикам или студентам скучно изучать какое-либо сражение, либо слушать информацию про научного деятеля однотонным голосом. Не многие преподаватели могут заинтересовать ученика или студента. С помощью данного приложение появится к этому интерес, так как сейчас технологии развиваются и больше

становятся популярны среди нового поколения.

Учеными проведены эксперименты, результаты которых показали, что ученики или студенты лучше воспринимают материалы с использованием дополненной реальности, тогда как с использованием двумерных материалов усвоение информации снижалось вдвое.

Программисты из года в год, создают все новые и новые технологии, помогающие сделать жизнь человека легче и интереснее. Сегодня активно развивается AR (augmented reality, AR — «дополненная реальность») и VR (virtual reality, VR, искусственная реальность) реальности, которые дополняют человеческое восприятие мира. AR реальность дополняет повседневную жизнь, позволяя не выходя из дома увидеть к примеру Эйфелеву башню. VR реальность погружает человека в виртуальный мир и даже позволяет взаимодействовать с виртуальными объектами. В чем отличия этих реальностей рассказывать не будет, а речь пойдет только про AR реальность, а именно где она применяется в образовании.

Для изучения того или иного предмета с помощью дополненной реальности необходимо следующее техническое обеспечение:

- смартфон;
- очки;
- web-камера.

С помощью данных устройств можно в любое время продолжить изучать тот или иной предмет.

Дополненную реальность можно применять для обучения в школе, так и для очного обучения в вузах. А для заочного обучения необходимо применять виртуальную реальность, но это совсем другое, поэтому в данном исследовании будет идти речь о дополненной реальности.

Созданное приложение предоставит красочное представление того или иного исторического сражения, например, Куликовская битва, которую можно будет изучить от начала до конца, а также появится интерес в изучение известных научных деятелей любой эпохи.

### **Список литературы**

1. PlanetVRAR. Дополненная реальность. URL: <https://planetvrrar.com/chto-takoe-dopolnennaya-realnost/>
2. Д. Хокинг. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Д. Хокинг – Москва: ПИТЕР, 2016. – 336 с.
3. Д. Гриффитс, Д. Гриффитс. Head First. Программирование для Android / Д. Гриффитс, Д. Гриффитс – Москва: ПИТЕР, 2016. – 704 с.

ПОВЕДЕНИЕ КОЗЛОВЫХ СВАЙ  
ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ

Д.Ю. Бихерт, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
per\_pror@sibstrin.ru

*Проведено исследование влияния присоединенных к козловой свае ригелей на несущую способность конструкции, найдено оптимальное положения ригеля по длине сваи при горизонтальных статических нагрузках.*

**Козловые сваи, ригель, угол наклона, несущая способность.**

Ригельные конструкции фундаментов довольно широко распространены в энергетическом строительстве при возведении опор линий электропередачи. Основное назначение ригелей, представляющих собой железобетонные балки (или плиты) закрепляемые в подземной части фундамента опоры ЛЭП или самой стойки, увеличение несущей способности грунтового основания при восприятии значительных горизонтальных и моментных нагрузок от надземной конструкции [1].

Целью настоящей работы является изучение влияния присоединенных к свае ригелей на их несущую способность, а также поиск оптимального положения ригеля при горизонтальных нагрузках. Работа является продолжением предыдущих исследований автора [2], показавших эффективность применения козловых безригельных свай в сравнении с традиционными вертикальными сваями, особенно при горизонтальном воздействии.

Исследования экспериментальные, проводились в грунтовом лотке с песком средней крупности, средней плотности. В качестве модели козлового фундамента использовались две деревянные сваи длиной 300мм, с сечением 20х20мм. Ригель также имеет поперечное сечение 20х20 мм.

Модель и установка выглядели следующим образом (Рисунок 1)



а)



б)

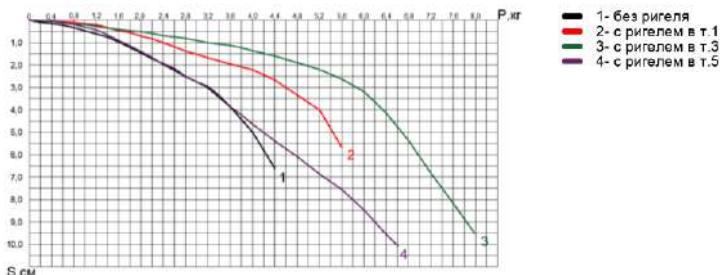
**Рисунок 1 – а) модель козлового ригельного фундамента;  
б) схема установки при горизонтальном нагружении**

1 - лоток с песком; 2 – свая; 3 – блок с тросиком; 4 – грузовая подвеска

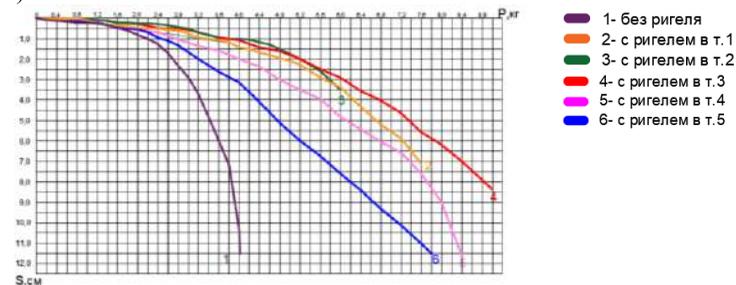
Перед началом производилась выемка грунта до определенной отметки, затем устанавливалась свая в рабочее положение с выбранным углом наклона и положением ригеля, грунт засыпался обратно и проводилось нагружение горизонтальным усилием гирями с шагом 2Н до потери устойчивости ригельного козлового фундамента. Параллельно фиксировались значения осадки с помощью линейки с ценой деления 1мм. По полученным данным строились графики зависимости осадки (см) от нагрузки (кН). Эксперимент проводился при 2 углах наклона сваи (0 и 18 градусов) и при различном положении ригеля. Угол наклона 18 градусов взят из результатов предыдущего эксперимента [2], так как, для него была получена максимальная несущая способность.

В ходе испытаний получены следующие результаты (Рисунок 2).

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: применение ригелей в козловых сваях при горизонтальной нагрузке является более эффективным в сравнении с вертикальными сваями; козловые ригельные сваи дают наибольшую несущую способность при положении ригеля в средней части длины сваи; несущая способность козловой сваи с двумя ригелями в точке 2 и 3 оказалась наибольшей.



а)



б)

**Рисунок 2 – а) зависимость сопротивления свай с углом наклона  $0^\circ$  от наличия и положения ригеля;**

**б) зависимость сопротивления свай с углом наклона  $18^\circ$  от наличия и положения ригеля**

### Список литературы

1. Справочник по проектированию линий электропередачи / Под ред. М.А.Реута и С.С.Рокотяна. 2-е изд. М.: Энергия, 1980. – 295 с.
2. Научные труды студентов и аспирантов строительного факультета. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2017-2018. – с. 20-26.

### РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ МНОГОПРОЛЕТНЫХ БАЛОК. ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

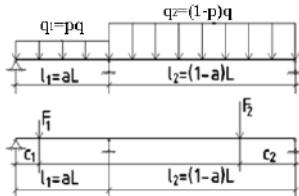
С.Д. Ширалиев, А.А. Боинская, А.В. Мищенко  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
mavr59@ngs.ru

*Рассматривается применение энергетического, силового и деформационного критериев в задачах регулирования параметров*

состояния многопролетных балок. Показано, что использование однопараметрических критериев дает Парето-область для двухпараметрических критериев.

**Ключевые слова:** критерии рациональности, регулирование параметров состояния, область Парето.

Исследование выполнено на примере неразрезных двухпролетных балок (рисунок 1) с геометрическим параметром-регулятором  $a$ .



**Рисунок 1 – Расчетные схемы балок.**

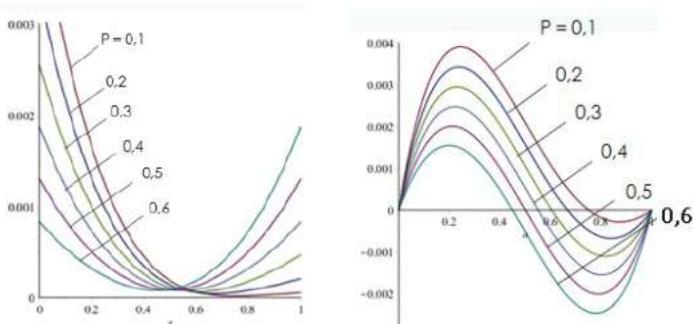
В качестве расчетных использовались энергетический, деформационный и силовой критерии

$$U(a) = \sum_j \int_{l_j} \frac{M^2(x, a)}{EI} dx \rightarrow \min, \quad \theta(a) = \int_0^L \frac{M(x, a) M_1^{(0)}(x, a)}{EI} dx = 0,$$

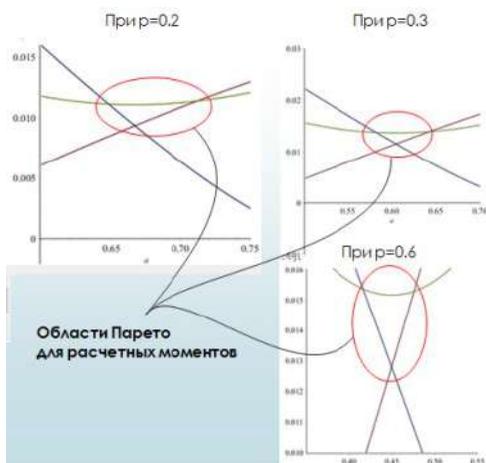
$$M_{\max,1}(a) = |M_{\text{оп}}(a)|, \quad M_{\max,2}(a) = |M_{\text{оп}}(a)|.$$

После записи основных соотношений и раскрытия статической неопределенности методом сил, были найдены аналитические зависимости трех расчетных критериев от параметров балок  $p$  и  $a$ . Так, показанные на рисунке 2 графики для энергетического и деформационного критериев, показывают, что при заданном значении параметра нагрузки  $p$  существует оптимальное значение регулятора  $a$ , при котором: ПЭД принимает минимальное значение, а угол поворота на промежуточной опоре – нулевое значение. Оптимальные значения регуляторов, найденные по двум критериям практически совпадают.

Графики трех моментов, построенные в зависимости от регулятора  $a$ , образуют некоторую область в форме криволинейного треугольника, которая в литературе по оптимальному проектированию называется областью *Парето решений* (рисунок 3).



**Рисунок 2 - Графики зависимости от параметров  $p$  и  $a$  ПЭД (слева) и угла поворота (справа).**



**Рисунок 3 - Графики зависимости моментов от регулятора  $a$  при различных значениях  $p$ .**

**Выводы.** 1. Энергетический и деформационный критерии регулирования имеют простую форму, дают близкие результаты и могут эффективно использоваться в многопролетных балках. 2. Применение деформационного критерия в виде «нулевого угла поворота» для многопролетных балок дает возможность существенно упростить решение задачи, рассматривая в пролетах отдельные жестко защемленные балки. 3. Применение однопараметрических критериев дает хорошие оценки для решения по более сложным – двух-параметрическим критериям – в виде построения областей Парето решений.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УТОЧНЕННЫХ ПЛОТНОСТЕЙ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНО ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ В РАСЧЕТАХ ИХ НАДЕЖНОСТИ

Г.Е. Ивченко, А.О. Кохан, В.Г. Себешев  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
sebeshev@sibstrin.ru

*Исследовано влияние изменчивости основных расчетных параметров на оценку надежности стержневых систем, в состав которых входят конструктивно и геометрически нелинейные элементы (части) типа фермы Мизеса. Установлено, что характер функции плотности распределения существенно видоизменяется в зависимости от свойств случайных параметров; пренебрежение этим может приводить к значительным погрешностям вычисления надежности.*

**Ключевые слова:** нелинейно деформируемые системы, случайные параметры, вероятностный расчет, плотности вероятностей, надежность.

В строительных конструкциях, зданиях и сооружениях при их реальной работе могут проявляться эффекты нелинейностей разных типов [1], поэтому в расчетах надежности строительных систем принципиально важным становится учет влияния особенностей вероятностных описаний их характеристик, обусловленных факторами нелинейности.

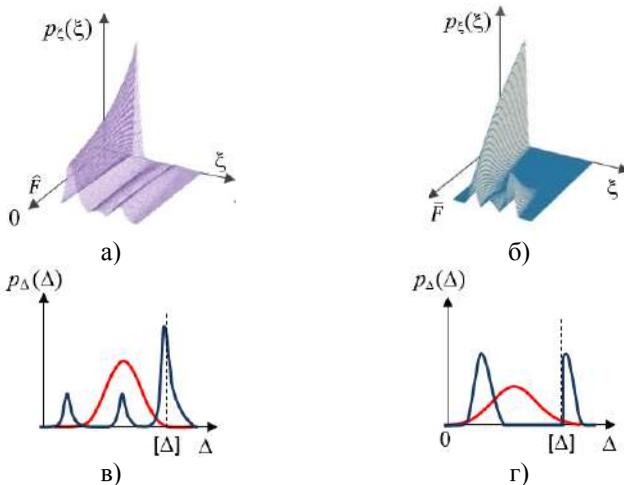
Цель работы – исследование и уточнение качественно спрогнозированных описаний плотности распределения характерного параметра состояния системы (перемещения нагруженного узла), нелинейно зависящего от случайной нагрузки, с последующей оценкой надежности системы.

Ранее была рассмотрена нелинейно деформируемая система типа фермы Мизеса [2] как часть более сложного объекта (сооружения), влияние которого смоделировано упругоподатливыми связями, получено выражение зависимости нагрузки  $F(\xi)$ , приложенной в верхнем узле, от безразмерного перемещения  $\xi$ . Однако на практике перемещение  $\xi$  является функцией от нагрузки:  $\xi(F)$ . При определенных соотношениях жесткостей связей функция  $\xi(F)$  становится неоднозначной. Ввиду невозможности получения зависимости  $\xi(F)$  в

аналитическом виде плотность распределения вероятностей  $p_{\xi}(\xi)$  рассчитывалась численными методами при фиксированных параметрах  $p_F(F)$ .

Для получения более полногпредставления о характере изменения функции  $p_{\xi}(\xi)$  варьировались параметры  $p_F(F)$ : стандарт нагрузки  $\hat{F}$  (Рисунок 1, а) и математическое ожидание  $\bar{F}$  (Рисунок 1, б). Установлено, что в разных интервалах значений рассматриваемых параметров наблюдается как количественное, так и качественное изменение  $p_{\xi}(\xi)$ .

При условии безотказности по перемещению в форме  $\Delta < [\Delta]$  вероятность отказа находится [3] как площадь фигуры справа от допустимого значения  $[\Delta]$  (зеленая вертикальная линия) на рисунке 1, в, г.



**Рисунок 1 – Графики плотности распределения перемещения при неоднозначной функции  $\xi(F)$  в исследуемом диапазоне среднеквадратического отклонения  $\hat{F}$ (а); в зависимости от  $\bar{F}$  (б); к определению надежности: без «перескока» (в); с «перескоком» (г)**

Выводы:

1) Обнаружено, что при значениях нагрузки в области неоднозначности  $\xi(F)$  функция распределения перемещения – полимодальная, и использование традиционной методики в предположении нормального распределения резерва обобщенной прочности негативно сказывается на оценке надежности.

2) Полученные решения дают возможность определять, необходимо ли использовать уточненное решение в расчетах надежности или достаточно более простого стандартного.

### **Список литературы**

1. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. М., Стройиздат, 1978. 204 с.
2. Ивченко Г.Е., Кохан А.О., Себешев В.Г. Вероятностные характеристики конструктивно и геометрически нелинейно деформируемых элементов и частей стержневых систем и их учет в расчетах надежности. В сборнике: Интеллектуальный потенциал Сибири. Сборник статей. Совет ректоров высших учебных заведений Новосибирской области. 2018. С. 225–230.
3. Ведяков И.И., Райзер В.Д. Надежность строительных конструкций. Теория и расчет: Научное издание. М.: Изд-во АСВ, 2018. 414 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОСКОЙ ФЕРМЫ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ**

Т.С. Кийченко, М.В. Табанюхова, Н.В. Харинова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
happy29109@yandex.ru

*В работе представлены результаты экспериментально-численного исследования напряжённого состояния стержней плоской фермы. Получены значения внутренних усилий и напряжений в модели фермы с помощью программного комплекса SCAD, а также экспериментально - с помощью поляризационно-оптического метода.*

**Ключевые слова:** метод фотоупругости, поля напряжений, метод конечных элементов, строительные конструкции.

**Цель работы:** Экспериментально-численное моделирование напряжённого состояния плоской фермы.

### **Задачи исследования:**

1. С помощью метода фотоупругости получить поля напряжений в стержнях плоской фермы.
2. Методом конечных элементов с использованием программного комплекса «SCAD» выполнить расчёт плоских моделей фермы в двух вариантах.

3. Сравнительный анализ результатов, полученных с помощью численного и физического моделирования.

#### **Физический эксперимент**

В работе использована установка ППУ-7 (поляризационно-проекторная установка). В ходе эксперимента получены картины полос интерференции.

С помощью данных метода фотоупругости вычислены нормальные напряжения в стержнях модели фермы. Определение напряжений производилось на контуре стержня путём умножения номера полосы на цену полосы материала по напряжениям.

#### **Численный эксперимент**

Методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программного комплекса «SCAD» выполнен расчет двух плоских моделей фермы. В первом случае ферма моделировалась стержневыми элементами, во втором – пластинами. Материал моделей, размеры и их геометрия приняты как в физическом эксперименте.

Усилия в ферме, заданной стержневыми элементами, получены численным методом, полностью соответствуют аналогичным усилиям для шарнирной фермы при этих же условиях закрепления и нагрузке, которые можно получить методами строительной механики.

По формуле для определения напряжений при осевом растяжении-сжатии, используя полученные усилия, определены значения нормальных напряжений в стержнях фермы.

#### **Выводы**

С помощью метода фотоупругости получены картины полос интерференции в модели фермы. Стоит отметить, что картина полос интерференции, по сути, – это поле касательных напряжений в плоскости модели. Его можно сопоставить с полем напряжений, полученным в программном комплексе, можно заключить, что между ними нет качественного соответствия. Сопоставление результатов численного и физического моделирования показало неплохое соответствие напряжений в стержнях ферм. Максимальное расхождение находится в пределах 12%, что близко к погрешности эксперимента. Несмотря на качественное различие напряжённого состояния стержней ферм, которые, по большому счёту, в данной работе являются пластинами, на количественную оценку напряжений это не влияет.

## Список литературы

1. Тиньков Д. В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций / Д. В. Тиньков // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 5 (57). – С. 66–73.
2. Кирсанов М. Н. Аналитический расчет балочной фермы со сложной решеткой / М. Н. Кирсанов // Строительная механика и расчет сооружений. – 2015. – № 3 (260). – С. 7–12.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОСАДКИ ОСНОВАНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

В.И. Клещин, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
per\_pror@sibstrin.ru

*Приводятся результаты модельных исследований влияния вибрационного воздействия на дополнительную деформацию грунтового основания под подошвой статически нагруженного фундамента.*

**Ключевые слова:** Дополнительная осадка, деформации, динамическое воздействие.

Ранее выполненные автором исследования [1] показали, что фундаменты под машины с динамическими нагрузками, опирающиеся на основания из несвязных грунтов, способны в течение некоторого времени давать дополнительные деформации с последующим их затуханием.

Из технической литературы также известно об опасности колебаний грунта под фундаментами существующих зданий, даже если эти колебания возбуждаются сторонними источниками [2].

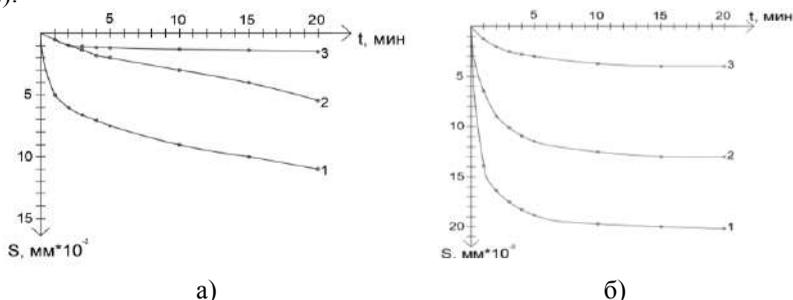
В настоящей работе предпринята попытка установить влияние вибрационного воздействия на дополнительную деформацию несвязного грунта под подошвой фундаментов и самих фундаментов, имеющих различную статическую нагрузку и расположенных на разном расстоянии от источника колебаний.

В лоток с песком устанавливался источник колебаний, на расстоянии 100 мм от него и друг от друга устанавливались модели столбчатого фундамента, в качестве которых использовались призматические деревянные заготовки (100x100x20мм). Установка имела следующий вид (Рисунок 1).



**Рисунок 1 - Общий вид установки (модели фундаментов и источник колебаний)**

Перед приложением динамических нагрузок были полностью выбраны статические деформации. Грунт подвергался вибрации интервалами в 5 мин до тех пор, пока осадки фундамента не стабилизировались. Осадки фиксировались с помощью индикаторов деформаций часового типа. В ходе эксперимента обнаружилось, что в первую пятиминутку осадки проходят наиболее интенсивно, поэтому интервал первых пяти минут был разбит на одноминутные диапазоны. Эксперимент был сделан без дополнительной нагрузки на фундамент, далее с давлением под подошвой моделей фундаментов 2кПа, 4кПа и 6кПа. По результатам испытаний строились графики зависимости деформаций грунта от времени воздействия на него вибрации (Рисунок 2).



**Рисунок 2 - Зависимость дополнительной осадки модели фундамента (S) от времени динамического воздействия (t): а) без приложения нагрузки; б) с нагрузкой на модель 0,02 кН**

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы: наведенные вибрационные воздействия на песчаное основание статически загруженного фундамента во всех случаях приводят к возникновению дополнительных деформаций основания и фундамента; при удалении от источника колебания деформации нагруженного фундамента уменьшаются; с увеличением статического давления под подошвой фундамента до 4кПа деформации увеличиваются в сравнении

с мало загруженными фундаментами, а при превышении этого давления уменьшаются; приращение деформаций от внешнего динамического воздействия для фундаментов в несвязных грунтах необходимо учитывать в качестве добавки к основным осадкам фундамента.

### Список литературы

1. Научные труды студентов и аспирантов строительного факультета. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2017-2018. – с. 34-37.
2. Кириллов Ф.А. Распространение колебания в грунте от источника типа импульса [Текст] / Ф.А. Кириллов, С. В. Пучков; Труды сейсмологического института АН СССР. №59, 1935. – 20 с.

## РАСЧЕТ БЕЗМОМЕНТНОЙ АРКИ

Е.М. Косинкова, Е.В. Спирина, Т.Ф. Карманова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
tatyana.karm@gmail.com

*В данном докладе производится расчет безмоментной арки на основе решения для гибкой непологий нити. Выполняется проверка, подтверждающая возможность решения методом конечных элементов в программном комплексе с заменой арки на ломанную стержневую систему.*

**Ключевые слова:** гибкая нить, безмоментная арка, деформация, равновесие, продольные силы, момент, напряжения

Еще в 1670 году Роберт Гук задумался об идеальной форме арки, работающей только на сжатие, моделью его расчета стала гибкая нить, которая, по своей природе, работает только на растяжение. В любом сечении нити момент определяется от горизонтального распора и вертикальных нагрузок. В безмоментной нити суммарный момент  $M(x)$  равен нулю. Отсюда получаем очертание арки, которая повторяет форму балочной эпюры  $M_0(x)$  от вертикальной нагрузки. Далее уравнение преобразовано к виду, не содержащему  $M_0(x)$ , с использованием дифференциальных зависимостей между внутренними усилиями и интенсивностью распределенной нагрузки. Распор пока не определен.

Если стрела провисания меньше, либо равна 10-15% от длины пролёта, то нить считается пологой и нагрузку от собственного веса можно считать равномерно распределенной по горизонтальной оси  $X$ . В нашей задаче рассматривается арка с пролётом, равным 10м и

стрелой, равной 8м, то есть указанное условие не выполняется. Это значит, что нить непологая. Тогда нагрузку нельзя считать как равномерно распределенную по горизонтальной проекции, и к элементу нити длиной  $ds$  прикладывается нагрузка, выраженная через вес единицы длины. При этом ранее полученное уравнение прогибов становится нелинейным. Разделяя переменные, получаем возможность проинтегрировать обе части. При дифференцировании и интегрировании полученные ранее гиперболические функции переходят друг в друга без смены знака, что учитывается в дальнейших расчетах. Постоянные интегрирования найдём из двух условий – это две опоры, координаты которых нам известны.

Решением является уравнение для цепной линии. До сих пор распор  $H$  нам не известен. Чтобы его определить, нужно знать стрелу провисания или длину нити. Для вычисления распора построим график  $y=f(H)$ . Зная расчетную стрелу провисания, определяем по графику соответствующий ей распор.

После того, как найден распор, определение внутренних усилий в безмоментной конструкции не составляет труда. Рассматривая равновесие элемента нити, на который действуют опорные реакции и единственное внутреннее усилие по касательной к оси конструкции, получим выражение для продольной силы в любом сечении:

$$N = H\sqrt{1 + (y')^2}$$

Минимальная продольная сила действует в центре конструкции, а наибольшее значение натяжения нити достигается под опорами.

Теперь зеркально отображаем полученную ранее линию и получаем безмоментную арку, работающую только на сжатие. Для примера рассматривалась бетонная арка прямоугольного сечения. Вес её погонного метра, равный 0,96 кН/м, был заложен в расчёт нити.

Полученная арка проверена численно по программному комплексу МИИТа (POLUPROM “intab13.exe”), с заменой цепной линии ломанной. В этом случае возможно появление моментов. Разделив конструкцию на 10, а затем на 20 равных элементов, убеждаемся, что моменты в узлах практически равны нулю, а продольные силы совпадают с усилиями, полученными для цепной линии. Численная модель арки была проверена на устойчивость, коэффициент запаса равен 32,5.

Итак, получена идеальная форма для безмоментной арки. Численный метод дал хорошее совпадение с теоретическими расчетами при сравнительно небольшом числе элементов и подтвердил запас устойчивости для рассчитываемой конструкции.

## Список литературы

1. Гольдштейн Ю.Б. Основы механики твердого деформируемого тела: учебное пособие/Петр ГУ. – Петрозаводск, 2005. – 872 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ СТУПЕНЧАТОЙ ЖЕСТКОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ УПРУГОПОДАТЛИВЫХ СВЯЗЕЙ

Г.И. Гребенюк, Н.А. Люфт, А.В. Никольский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
greb@sibstrin.ru

*Рассматриваются однопараметрические задачи расчёта на устойчивость центрально сжатых стержней ступенчатой жесткости с линейно упругоподатливыми опорными связями. Предложен итерационный алгоритм расчёта на устойчивость за пределом пропорциональности с использованием понятия об условной гибкости участков. Рассмотрены примеры, иллюстрирующие предложенный алгоритм расчёта.*

**Ключевые слова:** стержень; ступенчатая жесткость; упругоподатливые связи; устойчивость; критическое напряжение; гибкость.

Стержни ступенчатой жесткости достаточно широко используются в строительной практике, прежде всего – в качестве колонн каркасов зданий. При расчете таких стержней, кроме оценки прочности, важное значение приобретает оценка возможной потери устойчивости (до исчерпания прочности).

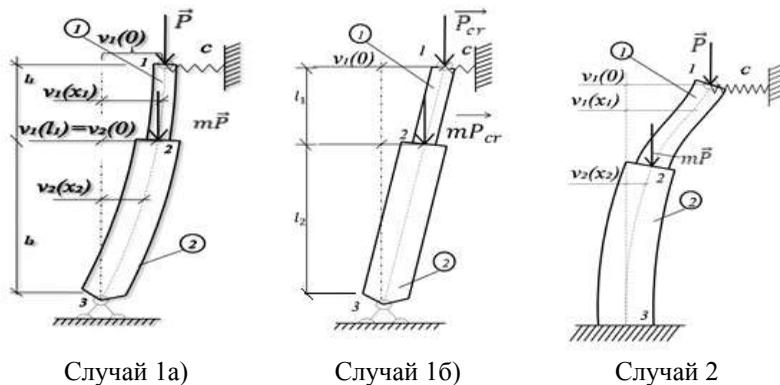
Объектом исследования является центрально сжатый стержень ступенчатой жесткости, некоторые опорные связи которого являются линейно-упругоподатливыми. Примеры таких стержней показаны на рисунке 1. Там же показаны возможные формы потери устойчивости стержней.

Расчёт на устойчивость в постановке Эйлера был проведен на основе совместного решения дифференциальных уравнений потери устойчивости для различных вариантов расчетной схемы стержня двухступенчатой жесткости.

Для случая, при котором критическое напряжение, найденное в постановке Эйлера, превышало предел пропорциональности,

предложен итерационный алгоритм подбора сечений из условий устойчивости за пределом пропорциональности.

Алгоритм основан на сочетании аналитического метода расчета на устойчивость в квазиэйлеровской постановке, анализа экспериментальной диаграммы  $\sigma - \varepsilon$  для определения касательного модуля материала при сжатии, а также на использовании таблицы коэффициентов  $\varphi$  при продольном изгибе стержней. Рассмотрены примеры расчета на устойчивость с использованием предложенного итерационного алгоритма за пределами пропорциональности.



Случай 1а)                      Случай 1б)                      Случай 2  
**Рисунок 1 – Расчетные схемы рассматриваемых стержней.  
 Возможные формы потери устойчивости стержней**

Предложенная методика расчета и реализующий её итерационный алгоритм могут использоваться (при соответствующих изменениях и расширениях) и в других (кроме рассмотренных) случаях расчета на устойчивость стержней переменной жесткости с податливыми связями.

### Список литературы

1. Александров А.В. Роль отдельных элементов стержневой системы при потере устойчивости. – М.: Вестник МИИТА, в. 5, 2001, с. 46-50.
2. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. Изд. 5-е. –М.: Высшая школа, 2007. 560 с.
3. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции.

## ВЫЧИСЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В БЕЗМОМЕНТНОЙ АРКЕ "ВОРОТА НА ЗАПАД"

Е.М. Косинкова, Е.В. Спирина, Е.Б. Маслов  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
maslov@ngs.ru

*В данном докладе рассчитываются геометрические характеристики сечения безмоментной арки «Врата на Запад», в программе «Полнос» вычисляются усилия для арки, нагружая каждый ее элемент равномерно распределенной нагрузкой от собственного веса.*

**Ключевые слова:** безмоментная арка, Гук, расчет моментов, продольные силы.

Арка, на основе которой ведутся расчеты, построена по уравнению цепной линии в США, называется «Врата на Запад». Спроектирована финско-американским архитектором Ээро Саариненом в 1947 году. Высота данной арки 192 метра в самой высокой точке, ширина основания также 192 метра. Таким образом, арка является самым высоким памятником на территории США. Строительство велось 4 года. 142 треугольные секции из углеродистой стали с полостями внутри, из которых построена арка, позволили установить подъемную систему, которая объединила обычный тросовый лифт и кабинку колеса обозрения на карданной подвеске. На самой арке выгравирована ее формула:

$$y = -38,92 * ch\left(\frac{x}{38,92}\right) + 230,95$$

Для расчетов в программе «Полнос» прямолинейными конечными элементами с шагом 0,5 м в нижней части арки и 1 м в верхней смоделирована криволинейная ось. Каждый элемент загружен вертикальной равномерно распределенной нагрузкой от собственного веса. Нулевых значений моментов добиться не удалось ввиду больших размеров конечных элементов (длина около 3м). Однако, значения моментов во всех элементах примерно одинаковы, что говорит о том, что создана модель арки равного сопротивления изгибу, а максимальный изгибающий момент равен 385 кНм. Продольная сила имеет максимум в основании - 426800 кН.

Для оценки вклада момента и продольной силы в суммарные нормальные напряжения по описанию в литературе было составлено поперечное сечение, представляющее собой пустотелый равносторонний треугольник. Как известно, все центральные оси такого

треугольника - главные. Были посчитаны геометрические характеристики сечения, а также напряжения от изгиба и сжатия. Очевидно, что нормальные напряжения от изгибных деформаций пренебрежимо меньше напряжений сжатия. Также если уменьшить размеры конечных элементов модели, можно добиться еще большего снижения изгибающих моментов и связанных с ними напряжений.

### **Список литературы**

1. Гольдштейн Ю.Б. Основы механики твердого деформируемого тела: учебное пособие/Петр ГУ. – Петрозаводск, 2005. – 872 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗА РАМ С КИНЕМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ УСИЛИЙ**

Д.А. Троян, Е.А. Фадеева, В.Г. Себешев  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
sebeshev@sibstrin.ru

*Рассмотрена имеющая прикладное инженерное значение задача расчета надежности систем рамного типа, в которых осуществляется регулирование способом смещения связей. Выявлены особенности зависимости вероятности отказа от регуляторов, а также от стохастических свойств расчетных параметров системы.*

**Ключевые слова:** рамы, смещения связей, регулирование, надежность, вероятность отказа, материалоемкость.

Регулирование напряженно-деформированного состояния (НДС) современных сооружений и конструкций является эффективным средством улучшения их свойств. При этом возможно ухудшение характеристик надежности системы.

Цель: Решение объединенной задачи регулирования и надежности для рамной системы с кинематическим способом регулирования.

Задачи:

1. Изучение влияния регулирования на надежность при варьировании основных расчетных параметров системы и вероятностных свойств рамы и регуляторов.

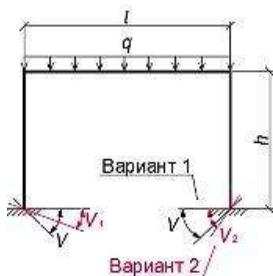
2. Оценка вероятности отказа по комплексному критерию, учитывающему материалоемкость.

Предмет исследования: надежность линейно-деформируемых систем с регулированием НДС способом смещения связей.

Объект исследования: рамы с регулированием силовых факторов способом смещения опор.

Методы исследования: теория вероятностей, теория надежности, вероятностные методы строительной механики.

Рассмотрена однопролетная одноэтажная П-образная рама с двумя вариантами регулирования (Рисунок 1): с симметричным групповым смещением опор; с двумя независимыми статистически одинаковыми смещениями опор.



**Рисунок 1 – Расчетная схема с вариантами регулирования**

Решение поставленных задач содержит:

- 1) выбор регуляторов  $\tilde{V}$ , формулировку условий регулирования и определение усилий в отрегулированной системе [1] как случайных величин.

$$\tilde{S}_j = \sum_1^{n_v} S_{j, V_{k=1}} \times \tilde{V}_k + \tilde{S}_{j, q} \quad (1)$$

- 2) определение методом статической линеаризации вероятностных характеристик силовых факторов  $\tilde{M}_j$  и  $\tilde{N}_j$  в раме и напряжений

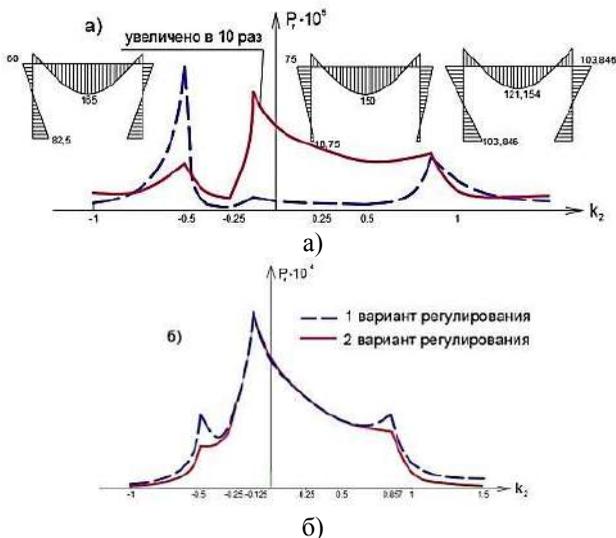
$$\tilde{\sigma}_j = \tilde{\sigma}_{j, M} + \tilde{\sigma}_{j, N} = \tilde{M}_j / \tilde{W}_j + \tilde{N}_j / \tilde{A}_j; \quad (2)$$

- 3) вычисление вероятности отказа [2] по  $m$  условиям безотказности:

$$P_f = \sum_1^m P_{f, j}, \quad (3)$$

где  $P_{f, j} = 10^{-\varphi(\beta_j)}$ ;  $\beta_j$  – индекс надежности.

В соответствии с изложенным алгоритмом выявлена зависимость вероятности отказа от регуляторов. Графики функции вероятности отказа получены для двух вариантов регулирования (Рисунок 2). Характерным для них является пикообразный вид (с одной или несколькими вершинами).



**Рисунок 2 – Вероятность отказа в зависимости от регулятора для двух вариантов: а) при малых коэффициентах вариации; б) при больших коэффициентах вариации**

Выводы:

1. С увеличением коэффициентов вариации нагрузки и обобщенного сопротивления вероятность отказа увеличивается, графики вероятности отказа становятся более пологими, пики сглаживаются.

2. Для рам с небольшой относительной высотой стоек пик наибольшей вероятности отказа соответствует наименьшему расходу материала, но с увеличением высоты и при малых коэффициентах вариации наблюдается смещение пика относительно минимума расхода материала.

3. Полученные результаты позволяют определять рациональные значения регуляторов при задаваемых ограничениях вероятности отказа с учетом особенности функции  $P_r(V)$ .

4. Вероятность отказа при зависимых (одинаковых) регуляторах оказывается на порядок выше, чем при независимых.

### Список литературы

1. Себешев В.Г. Особенности работы статически неопределимых систем и регулирование усилий в конструкциях. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. 165 с.

2. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. Научное издание. М.: Издательство АСВ, 2010. 384 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН В ЭЛЕМЕНТАХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

Л.Ю. Соловьев, Р.В. Чернавин, В.А. Федоренко  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
lys@yandex.ru

*В докладе рассматривается возможный подход к определению положения вершины усталостной трещины в стальном образце, усиленном поперечными рёбрами жёсткости методом инфракрасной термографии*

**Ключевые слова:** термоупругость; термография; усталостные трещины, диагностика сварных пролётных строений, концентрация напряжений

В настоящее время на сети железных дорог Российской Федерации эксплуатируется большое количество сварных сплошностенчатых и решетчатых пролетных строений со сварной проезжей частью. Во многих эксплуатируемых пролетных строениях имеются различные усталостные повреждения. Большая часть усталостных трещин непрерывно растёт, что в дальнейшем может привести к значительному снижению эксплуатационных характеристик конструкции. Традиционные методы мониторинга технического состояния и диагностики сварных металлических пролётных строений, пример применения которых описан в статье [1], не позволяют с необходимой скоростью производить обследование трещин, а также определять напряженно-деформированное состояние в труднодоступных местах – концах сварных швов, вершинах трещин и т.д. поэтому одним из вариантов решения проблемы является применение инфракрасной термографии.

Известный факт, при адиабатических условиях и под действием механических нагрузений в твердом теле возникает изменение температуры, описываемое термоупругим законом Кельвина (1).

$$\Delta T = - \frac{\alpha}{\rho \cdot C_p} T \cdot \Delta \sigma \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплового расширения;

$\rho$  – плотность массы;

$C_p$  – удельная теплоемкость при постоянном давлении;

$T$  – абсолютная температура;

$\Delta\sigma$  – изменение главных напряжений.

Поскольку изменение температуры крайне мало, что сопоставимо с уровнем шумов теплового сигнала. Это становится существенной проблемой при определении вершины трещины. При обработке температурных, сигналов авторами использовался метод предложенный Сакагами [2], который основан на использовании метода наименьших квадратов, что позволяет провести корреляцию между инфракрасным сигналом в опорной области и им же в другой, что в теории должно снизить искажение сигнала. Авторами так же разрабатывается собственный способ обработки сигналов. Метод основывается на изменении температур в каждом пикселе по времени и дальнейшей визуализации полученных данных на картинке. Такое решение позволяет определить положение вершины трещины, а также проследить ее путь от момента обнаружения до окончания испытания образца.

Для апробации метода, был составлен эксперимент на основе [3]. В качестве экспериментальной модели была выбрана защемлённая металлическая пластина толщиной 12 мм, моделирующая стенку балки пролётного строения с приваренными к ней поперечными рёбрами жёсткости толщиной 10 мм. Модель испытывалась под действием циклической нагрузки, вызываемой электродвигателем с дебалансами и приложенной на конце консоли. Для регистрации температуры при тепловыделении использовался тепловизор Fluke Ti400, имеющий тепловую чувствительность не менее 0,05 °С и частоту съёмки 9 Гц. Тепловизор был установлен на расстоянии 0,8 м от поверхности образца. По результатам проведённого эксперимента были получены термограммы, сигнал с которых был в последующем обработан.

К сожалению, предложенный метод фильтрации температурного сигнала не в полной мере решает проблему с шумами при съёмке, поэтому авторами продолжается поиск алгоритмов обработки, для автоматизации процесса поиска вершины трещины.

### **Список литературы**

1. Научно-инженерное сопровождение строительства Бугринского моста в г. Новосибирске, Бокарев С.А., Рыбалов Ю.В., Яшнов А.Н. // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2007. № 16. С. 105-116.
2. Sakagami T Nondestructive Evaluation of Fatigue Cracks in Steel Bridges Based on Thermoelastic Stress Measurement. //Procedia Structural Integrity 2 (2016) 2132-2139.
3. Sakagami T. Detection of Through-Deck Type Fatigue Cracks in Steel Bridges by Self-Reference Lock-in Thermography epjconf. ICEM14.38011.

ИСКУССТВЕННАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ УЧЕБНЫХ  
АУДИТОРИЙ И РАБОЧИХ КАБИНЕТОВ СГУПС.  
ПРОЕКТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ

А.А. Анфилофьев, А.А. Басалаева  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
kaneva253@rambler.ru

*Данная работа посвящена исследованию искусственной освещенности учебных аудиторий и рабочих кабинетов СГУПС. Проведены расчеты реально имеющегося светового потока и светового потока, который необходим (с учетом характеристик помещений). По результатам работы предложены рациональные решения.*

**Ключевые слова:** искусственная освещенность, учебные аудитории, рабочие кабинеты, световой поток, люминесцентные лампы, светодиодные панели.

Искусственная освещенность является обязательным элементом любого помещения. Искусственные источники света применяются повсеместно: в жилых и общественных зданиях, на открытых площадках и в подземных сооружениях. Современные производители предлагают большое количество различных ламп и светильников, поэтому для любого типа помещения можно подобрать оптимальный вариант, который будет удовлетворять необходимым техническим требованиям, экономически выгодным и безопасным для человека.

Данная работа была посвящена исследованию искусственной освещенности учебных аудиторий и рабочих кабинетов кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Целью работы было выяснить, соответствует ли имеющаяся освещенность характеристикам обследуемых помещений.

В работе был применен метод коэффициента использования светового потока, который применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа[1] Суть метода заключается в вычислении коэффициента для каждого помещения, исходя из основных параметров помещения (длина, ширина, высота расположения рабочей

поверхности) и светоотражающих свойств отделочных материалов. Этот метод используется для расчета искусственного освещения в помещениях.

В работе для измерения параметров помещения был использован лазерный дальномер MetroControl 100 Pro. Расчеты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 - Сравнение требуемого и действительного светового потока в обследуемых аудиториях**

Аудитория	Требуемый световой поток $\Phi$ , Лм	Действительный световой поток $\Phi$ , Лм
Л-219	56 860	49 200
Л-221	59 161	36 900
Л-223	62 774	36 900
Л-228	129 361	98 400

В результате проведенной работы было выявлено несоответствие действительного светового потока по отношению к требуемому. Это говорит о том, что и освещенность в учебных аудиториях и рабочих кабинетах не соответствует нормативным требованиям.

В рамках исследования предлагается заменить имеющиеся светильники с люминесцентными лампами на светодиодные панели, так как последние имеют больший световой поток, являются энергоэффективными, безопасны для человека и окружающей среды (не содержат ртути), не требуют дополнительных затрат на утилизацию.

### **Список литературы**

1. Расчет и проектирование искусственного освещения производственных помещений и открытых площадок: Метод. указ. к решению задач / Сост. Е.Д. Чернов, В.Л. Павлова. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2009. – 56 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНИМАНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

К.Р. Хасанова, Ю.П. Гришиенко, И.В. Пирумова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
Pirumova\_777@mail.ru

*В работе представлены итоги исследования умственной работоспособности студентов университета в процессе учебной деятельности. Выявлена закономерная зависимость между продуктивностью умственной работоспособностью, вниманием, режимом дня, физической активностью и гендерной принадлежностью.*

**Ключевые слова:** умственная работоспособность, внимание, студенты, продуктивность умственной работоспособности, режим дня.

Исследование внимания и продуктивности умственной работоспособности студентов остается актуальным в связи с изменением образа и стиля жизни современных учащихся. Изучение умственной работоспособности студентов необходимо для контроля над функциональным состоянием центральной нервной системы и её изменением под действием различных факторов.

Целью исследования является оценка показателей внимания и продуктивности студентов СГУПС в динамике в процессе учебной деятельности.

Исследование проводилось с использованием корректурной пробы Анфимова.

На основе полученных результатов с помощью специальных формул для каждого испытуемого были рассчитаны коэффициент продуктивности и показатель внимания в зависимости от пола, физической активности и категории сна.

По результатам исследований установлено, что внимание и продуктивность выше у студентов, которые придерживаются здорового режима сна. Выявлены более высокие показатели внимания у студентов, занимающихся спортом на профессиональном уровне, однако продуктивность работы на занятиях выше у тех, кто занимается физическими нагрузками умеренно. В зависимости от гендерной принадлежности, у мужского пола выше продуктивность работы, в то время как у женского лучше показатели внимания.

## Список литературы

1. Сборник практических работ по курсу «Физиология человека / сост. О. Е. Фалова. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 29 с.
2. Шамшина Н. В. Психофизиологические основы учебного труда и интеллектуальной деятельности. Средства физической культуры в регулировании работоспособности: метод. указание/ сост.: Н. В. Шамшина, Е. В. Голякова, Е. А., Гаврилова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. – 40 с.
3. Шиховцова Л.Г., Николаев П.П. Роль здорового образа жизни и занятий спортом в жизни студентов Самарского государственного экономического университета / Наука XXI века: актуальные направления развития: Материалы международной заочной научно-практической конференции, 20-21 апреля 2015, Самара. – С. 970-973.

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД В ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ЛОКОМОТИВНОМ ДЕПО N

Ю.П.Гришиенко, И.В.Пирумова

Сибирский государственный университет путей сообщения

Pirumova\_777@mail.ru

*В работе проанализирован технологический процесс работы локомотивных бригад, выявлено, что большая часть работников предприятия заняты на работах с вредными и опасными производственными факторами. Рассмотрены вредные и производственные факторы класса 3.1., воздействующие на работников локомотивных бригад, сделан анализ средств защиты, используемые работниками в процессе трудовой деятельности. Проанализированы данные статистики по лишению предупредительных талонов по охране труда у локомотивных бригад, а также проведен анализ статистики по финансированию мероприятий по улучшению условий и охраны труда.*

**Ключевые слова:** технологический процесс, вредные и опасные факторы производства, средства индивидуально и коллективной защиты.

Анализ технологического процесса работников локомотивных бригад в эксплуатационном депо остается актуальным в связи с тем, что во многом от работы локомотивных бригад зависит эффективность работы железнодорожного транспорта. Для того чтобы повысить

эффективность работы железнодорожного транспорта, необходимо повысить эффективность работы локомотивных бригад с помощью обеспечения безопасных условий труда, снижения воздействия вредных и опасных производственных факторов на работников, а также развития компетенции работника в области охраны труда.

Целью исследования является анализ производственного процесса работников локомотивных бригад в эксплуатационном депо N.

Анализ проводился на основе технологического процесса работников локомотивных бригад.

В работе было выявлено, что все работники локомотивных бригад заняты на работах с вредными и опасными производственными факторами. На основе изученных карт специальной оценки труда установлено, что на работников локомотивных бригад воздействуют вредные и опасные производственные факторы класса 3.1 такие как напряженность трудового процесса и шум. Представлены рекомендации по снижению воздействия вредных и опасных факторов на работников.

Изучены средства защиты от воздействия вредных и опасных факторов, не применение которых приводит к травматизму и возникновению профессиональных заболеваний. Установлено, что у большинства работников были изъяты предупредительные талоны по охране труда по причине не применения спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ). Данное предприятие финансирует мероприятия по улучшению условий и охраны труда: затрачено больше всего средств на улучшение условий труда и чуть меньше на мероприятия по снижению травматизма.

### **Список литературы**

1. Распоряжение от 12 декабря 2017 г. № 2585р «Об утверждении инструкции по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД»

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ

К.Д. Логутов, А.И. Негреев, А.А. Садовский  
ФГАОУ ВО Снежинский физико-технический институт  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»  
a.a.sadovskiy@gmail.com

*В данном докладе проведена сравнительная характеристика различных типов ядерных реакторов по системе безопасности, расположенных на территории России. Проанализирован вклад ядерных аварий в развитие культуры безопасности на энергетических реакторах.*

**Ключевые слова:** атомная электрическая станция, МАГАТЭ, культура безопасности, система безопасности, атомная промышленность

На раннем этапе становления атомной отрасли не учитывали в должной мере наносимый вред окружающей среде, поскольку время – поствоенное, первые реакторы создавались для наработки оружейного плутония и была одна цель – стать ядерной державой. В 1954 году запускается первая промышленная атомная электростанция в г. Обнинске, которая положила начало атомной энергетике.

Для развития этой отрасли немалое значение имеет социальный фактор, как доверие общественности. Для населения важным показателем является безопасность на ядерном реакторе.

Безопасность на атомной электрической станции (АЭС) – это ключевое свойство для обеспечения защиты как сотрудников, так и окружающей среды от радиационного излучения, как во время нормальной работы, так и при возможных авариях.

Система безопасности развивалась и развивается с течением времени. Аварии на АЭС (Три-Майл-Айленд, Чернобыль, Фукусима) заставили все страны, развивающие атомную энергетику, пересмотреть подходы к обеспечению безопасности ядерных объектов.

Краткая информация о тяжелых авариях, произошедших на АЭС и принятые дальнейшие меры по недопущению подобных аварий представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика аварий**

Объект	Причины аварии	Последующие меры
Три-Майл-Айленд INES - 5	Нарушение теплоотвода от ТВЭЛов	Улучшения: пульта управления, подготовки операторов. Составлены планы для быстрого оповещения населения
Чернобыль INES - 7	Нарушение управление цепной реакции	Изменения в существующих норм, правил, законов. Модернизация реакторов подобного типа с точки зрения безопасности
Фукусима INES - 7	Нарушение теплоотвода от ТВЭЛов	Улучшение подготовки операторов. Более ответственный подход Японии к атомной энергетике

В настоящее время в России существует 3 основных типа ядерных реакторов: реактор большой мощности канальный (РБМК); водородной энергетический реактор (ВВЭР); реактор на быстрых нейтронах (БН).

Первые реакторы, которые были массово установлены – РБМК. Данный проект получил широкое распространение, поскольку имелся опыт работы с уран-графитовыми реакторами. Со временем, из-за инцидентов на РБМК вводились улучшения по безопасности, но на сегодняшний день данный тип реакторов уступает по безопасности ВВЭР и БН. Реакторы ВВЭР достаточно безопасны в эксплуатации, благодаря накопленному опыту на РБМК, хотя на раннем этапе их использования также были инциденты. Сегодня ВВЭР-1200 поколения «3+» российского дизайна являются самыми безопасными энергетическими реакторами в мире. В настоящее время разрабатывается новое поколение («4») с усовершенствующей безопасностью и повышенным КПД. Реакторы на быстрых нейтронах – будущее атомной энергетики. В качестве теплоносителя в первых двух контурах применяется жидкий натрий и отсутствует проблема накопления взрывоопасной смеси водорода, что присуще реакторам типа ВВЭР. Данный тип ядерной энергетической установки может использовать для производства электроэнергии отработанное ядерное топливо из реакторов других типов, тем самым решая косвенные проблемы с захоронением радиоактивных отходов.

У каждого типа реактора есть особенности конструкции, отличающие его от других, хотя, безусловно, отдельные элементы конструкции могут заимствоваться из других типов.

## **Список литературы**

1. Под редакцией Стриханова М.Н., Ядерная энергетика проблемы. Решения. Часть первая, Москва 2011.
2. Бегун В.В. Культура безопасности в ядерной энергетике: учебник для технических вузов. –Киев, 2012. –563 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В КУМУЛЯТИВНОЙ МОДЕЛИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Ю.П. Гришиенко, З.П. Ощепков  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
osch@mail.ru

*В работе рассмотрена роль человеческого фактора в кумулятивных моделях возникновения несчастного случая. Предложена аналитическая модель формирования действий работников на примере несчастного случая в вагонном эксплуатационном депо.*

**Ключевые слова:** человеческий фактор, несчастный случай, безопасность.

Несмотря на устойчивую тенденцию к снижению уровня производственного травматизма на предприятиях Российской Федерации, проблема сохранения жизни и здоровья работников в процессе производственной деятельности остается ключевой задачей при проектировании технологических процессов. Проводимая на предприятиях железнодорожного транспорта работа по совершенствованию и интеграции производственных процессов, применение полигонных технологий, робототехники, гибких систем, увеличение скоростей на железных дорогах выдвигает повышенные требования к обеспечению безопасности и надежности.

Предупреждение случаев производственного травматизма только путем совершенствования технических средств защиты не позволяет в полной мере исключить риски несчастных случаев. Анализ материалов расследований несчастных случаев на производстве показал, что основная доля ответственности приходится на пострадавших из-за нарушения ими должностных обязанностей, трудовой и производственной дисциплины, технологического процесса и требований охраны труда, а также непосредственных руководителей

работ из-за отсутствия их контроля за соблюдением требований безопасности работниками.

В исследованиях ИКАО, посвященным вопросам обеспечения безопасности на авиатранспорте, в теории управления профессиональными рисками используется модель кумулятивных последствий действий, или модель Ризона, описывающая различные виды «вкладов» человека в нарушение целостности сложной системы.

Рассматривая сформированную систему, имитирующую основные действия работников, приводящие к несчастному случаю на производстве, получены следующие выводы:

1. Причинами большинства несчастных случаев является совокупность организационно-технических состояний системы, выразившихся в нарушении нормативных барьеров безопасности при непосредственном производстве работ.

2. Значимую роль при несчастном случае на производстве составляет несогласованные действия работников. Бригады действуют как группы, поэтому взаимоотношения в группе влияют на поведение и деятельность ее членов.

3. Цель событий, ведущих к несчастному случаю на производстве, можно проследить в обратном порядке с целью определения системных недостатков или скрытых угроз.

### **Список литературы**

1. Распоряжение от 12 декабря 2017 г. № 2585р «Об утверждении инструкции по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД»
2. Положение об организации обучения по охране труда ФПК №1144р от 30.11.2010 г.

## **АНАЛИЗ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОННОГО ДЕПО НОВОСИБИРСК**

Е.Р.Ференц

Сибирский государственный университет путей сообщения  
p\_v\_75@mail.ru

*На любом предприятии, в работу которого включено большое количество работников, должна беспрекословно соблюдаться техника безопасности самими работниками, так и обеспечиваться безопасность технологических процессов руководством предприятия. Статья посвящена оценке соответствия требованиям охраны труда*

*технологических процессов Пассажирского вагонного депо Новосибирск. Главным требованием на данном предприятии является не только качественно производимые ремонтные работы пассажирских вагонов и их отдельных частей для будущей безопасной эксплуатации, но и соблюдение требований охраны труда, которые прописаны в локальных нормативных актах предприятия. Статья даёт анализ специальной оценки условий труда на рабочих местах, в ней отображены результаты проведения мероприятий по улучшению условий труда. В заключении делается вывод о соответствии требованиям охраны труда технологических процессов.*

**Ключевые слова: специальная оценка условий труда, рабочее место, технологический процесс, требования охраны труда.**

Оценка условий труда на рабочем месте необходима не только для выяснения соответствия этих мест требованиям охраны труда, но и очень важна для проведения дальнейших мероприятий, которые помогут работнику перестать быть уязвимым перед воздействием вредных и опасных производственных факторов.

Целью исследования является оценка соответствия требованиям охраны труда технологических процессов Пассажирского вагонного депо Новосибирск.

В Пассажирском вагонном депо Новосибирск в 2015 году была проведена специальная оценка условий труда, в результате которой было выявлено, что из 256 рабочих мест 50- не соответствуют требованиям охраны труда, т.е. имеют класс вредности 3.1 и 3.2. Факторы на этих рабочих местах являются неустраняемыми.

С целью предупреждения несчастных случаев выполняются мероприятия, одним из которых является обеспечение работников спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты.

В соответствии с Приказом от 11 октября 2010 года № 238 проводится трехступенчатый контроль за состоянием охраны труда, оперативные проверки, планерные совещания.

С работниками производственных подразделений обучение по охране труда осуществляется путем проведения всех видов инструктажей и стажировки по охране труда, при проведении технической учебы и при курсовой подготовке.

Таким образом, была проведена оценка соответствия требованиям охраны труда технологических процессов на предприятии ЛВЧД-7, а также определены мероприятия по улучшению условий труда.

### **Список литературы:**

1. Стандарт АО «ФПК» СТО ФПК-2018 «Система управления охраной труда в АО «ФПК» Порядок обеспечения работников средствами индивидуальной защиты»
2. Положение об организации обучения по охране труда ФПК №1144р от 30.11.2010 г.

## **РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА**

К.Р., Хасанова, З.П. Ощепков

Сибирский государственный университет путей сообщения  
osch@mail.ru

*В работе рассматриваются вопросы проведения контрольно-надзорной деятельности по охране труда с учетом риск-ориентированного подхода. Установлено, что фактическая численность специалистов по охране труда предприятий железнодорожного транспорта не является достаточной для осуществления сплошного надзора за соблюдением требований охраны труда.*

**Ключевые слова:** риск, охрана труда, надзорные мероприятия.

Одним из направлений проводимой в настоящее время реформы контрольно-надзорной деятельности является переход на риск-ориентированный подход с концентрацией проверок там, где выше риски для безопасности граждан.

Современный надзор в сфере труда должен способствовать улучшению условий труда, информационной обеспеченности работников и работодателей, стать полноценным и востребованным помощником, как для граждан, так и для бизнеса. Применение риск-ориентированного подхода при планировании контрольно-надзорных мероприятий позволяет сосредоточиться на проверках тех организаций, деятельность которых связана с повышенным риском причинения вреда жизни и здоровью людей, тем самым снизить административную нагрузку на бизнес.

В соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 16 февраля 2017 г. № 197 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации», все работодатели распределены на 5 групп риска. В зависимости от присвоенной

работодателю категории риска периодичность проведения плановых проверок будет составлять от 2 до 6 лет. Так, например, один раз в два года проверяются работодатели, деятельность которых отнесена к высокой категории риска (порядка 6,5 тыс. работодателей), не чаще чем один раз в шесть лет – работодателей, деятельность которых отнесена к умеренной категории риска (около 2 млн работодателей). В отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых отнесена к низкой категории риска, а это более 5 млн работодателей, плановые проверки не проводятся.

Кроме того, с целью обеспечения определенности и открытости федерального надзора в сфере труда Рострудом создан портал «Онлайнинспекция.рф», на котором работодатели могут пройти самопроверку с помощью сервиса «Электронный инспектор», задать вопрос и получить консультацию по любой теме трудового законодательства в течение трех рабочих дней с помощью сервиса «Дежурный инспектор», ознакомиться с перечнем требований трудового законодательства, содержащим более 200 базовых требований законодательства в сфере труда и др.

### **Список литературы**

1. Распоряжение от 12 декабря 2017 г. № 2585р «Об утверждении инструкции по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД»
2. Положение об организации обучения по охране труда ФПК №1144р от 30.11.2010 г.

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ФАКТОР ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ СТУДЕНТОВ СГУПСА**

А.Р. Гайнанова, С.А. Юстус

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
gainanova@bk.ru

*В работе рассматриваются такие понятия как психологическая безопасность и психологическое благополучие. Описаны подходы к пониманию психологического благополучия и безопасности. Представлены результаты эмпирического исследования.*

**Ключевые слова:** психологическая безопасность, психологическое благополучие, учебная среда

Проблема психологической безопасности на сегодняшний день не утратила своей актуальности, так как именно из потребности в безопасности человек начинает стремиться к стабильности, постоянству и саморазвитию.

Потребность в безопасности А. Маслоу рассматривает как активный и основной мобилирующий ресурс организма, включающийся в действительно чрезвычайных обстоятельствах. Также этот термин понимается как потребность в сохранении и продлении удовлетворения низших потребностей человека. Свои труды данной проблеме посвятили также такие авторы как В. Хендерсон, Д. Орем, С.А. Мухина и др.

В общем понимании психологическая безопасность личности – осознанное, рефлексивное и действенное отношение человека к условиям жизни как обеспечивающее его душевное равновесие и развитие, т.е. человек не испытывает опасений по отношению к окружающим его людям, не ждет какой-либо угрозы от них и в будущем [2]. Т.е. важной отличительной чертой психологического благополучия является гармония внутреннего мира человека с окружающей средой.

Студенческие годы – это важный период в развитии личности, связанный с профессиональным становлением. Время обучения подразумевает повышенные информационные нагрузки и предполагает личностное развитие каждого студента, а эффективность учебной деятельности уже зависит от степени психологической безопасности и благополучия именно той среды, в которой студент непосредственно находится – университет, место проживания.

Исходя из данных проводимого нами исследования по методике К. Рифф мы выяснили, что студенты-психологи 1 курса имеют низкий уровень «Позитивных отношений», т.е. ограниченное количество доверительных отношений с окружающими, сложности в компромиссных договорах для поддержания важных связей с окружающими.

По шкале «Управление окружением» у студентов выявлен также низкий уровень, что подразумевает сложности в организации повседневной деятельности и безрассудное отношение к предоставляющимся возможностям.

Низкий уровень зафиксирован и по шкале «Цель в жизни», которая оценивает представления о собственном будущем как смутные; цели или намерения – отсутствуют, либо трудно достигаемы, перспективы или убеждения, определяющие смысл жизни, также отсутствуют.

Шкала «Самопринятие» имеет так же низкий уровень, т.е. у студентов высокая степень недовольства собой, разочаранность.

По двумоставшимся шкалам «Автономия» и «Личностный рост» определен средний уровень.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у первокурсников в период, когда они становятся студентами университета, кардинально меняется образ жизни, происходит знакомство с новой средой и окружением, у них появляются новые социальные роли, что может вызывать не только позитивные переживания, но и снижение уровня психологического благополучия.

Мы можем использовать результаты полученного исследования для разработки рекомендаций для студентов, направленных на повышение их психологического благополучия через развитие внутренних ресурсов студентов, способствующих их личностному росту, а также повышению чувства психологической безопасности и улучшению межличностных отношений в группе студентов.

### **Список литературы**

1. Баев, Н. Н., Психологические ресурсы защищённости студентов как показатель психологической безопасности личности [Электронный ресурс] / Н. Н. Баев, И. А. Баева // Психологическая наука и образование psyedu.ru. — 2013. — № 1.
2. Еремеев Б. А., Статья «Психология безопасности, психологическая безопасность и уровни развития человека» Психологическая безопасность, устойчивость, психотравма: Сборник научных статей по материалам Первого Международного Форума 2006. С.101-103.
3. Шлыкова Н.Л., Психологическая безопасность: история и перспективы исследования // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2005. – № 4. –65-66 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ  
КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ СУХОПУТНОЙ ГРЕБЛИ

М.Ф. Алимбекова, Н.А. Маслов  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
namaslov@mail.ru

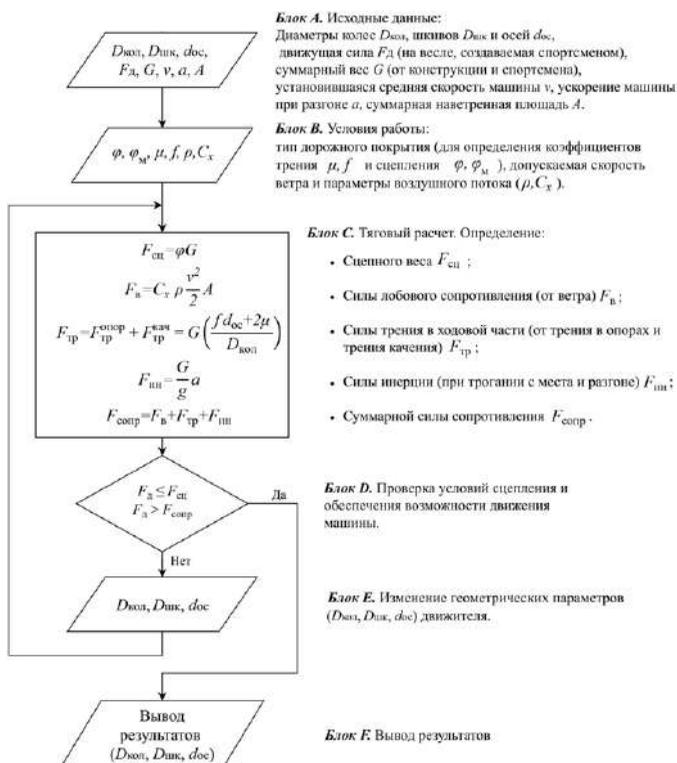
*Предложен алгоритм тягового расчета и оптимизации параметров колесной машины для гребли на суше*

**Ключевые слова:** тяговый расчет, колесный движитель, гребля

Существующие способы подготовки гребцов в межсезонье не в полной мере удовлетворяют запросам самих спортсменов: недостаточно точно эмитируют механику гребного движения и создаваемую при этом нагрузку, могут использоваться лишь в определенных условиях. Разрабатываемое техническое устройство представляет из себя универсальную машину для сухопутной гребли с возможностью как стационарного, так и мобильного применения на различных видах трасс при разных погодных условиях. Такие возможности машины реализуются за счет использования трех типов сменных движителей: колесного, гусеничного и рельсового [1].

В настоящей работе предложен алгоритм тягового расчета колесного движителя машины, позволяющий оптимизировать её параметры. Тяговый расчет представляет собой процесс определения силы тяги и частоты вращения колес рассматриваемой машины. В алгоритме расчета учтен комплекс сопротивлений движению машины. Зная эти сопротивления, обычно определяют: требуемую для трогания с места и поддержания скорости машины движущую силу; минимально необходимую и максимально возможную силу тяги на колесах; требуемые геометрические параметры движителя [2]. В предлагаемом алгоритме расчета (Рисунок 1) при принятых усредненных физических параметрах спортсмена, геометрических параметрах машины (блок А) и условиях движения машины (блок В) определяют силу тяги на приводных колесах и силы сопротивления движению машины (блок С). Движение машины возможно лишь при превышении силой тяги всех возникающих сил сопротивления, также необходимо проверить максимальную силу тяги по условию сцепления (блок D). Результатом

расчета является оптимальное сочетание параметров машины (блок F). Предлагаемый алгоритм применяется при создании универсальной машины для новых технических видов спорта (грант СГУПС на выполнение НИРС) с участием будущих инженеров-инноваторов [3,4].



**Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма тягового расчета и оптимизации параметров колесной машины для гребли на суше**

### Список литературы

1. Алимбекова М.Ф. Создание универсальной машины для новых технических видов спорта//Молодежь, инновации, технологии – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 231 с.
2. Сырямин Ю.Н., Воронцов Д.С. Особенности тягового расчета машины для мойки тоннеля метрополитена на базе дрезины ДМСу // Политранспортные системы. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2017. -612 с.

3. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» [Текст] / А.Д. Абрамов, Г.П. Задорин, А.Л. Манаков, Н.А. Маслов // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, с. 17-20.

4. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Повышение эффективности подготовки инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» [Текст] / А.Д. Абрамов, Г.П. Задорин, А.Л. Манаков, Н.А. Маслов // Железнодорожный транспорт, 2019. - № 5, с.29-34.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Д.С. Белянский, О.А. Игнатова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
oa\_ignatova@mail.ru

*В работе установлена эффективность использования систем навигации для точного определения местоположения объекта дорожно-строительной техники, контроля выполнения работ и технического состояния дорожной техники.*

**Ключевые слова:** дорожно-строительная техника, система навигации, определение местоположения, дистанционный контроль выполнения работ

Сегодня повышение требований к качеству, срокам и стоимости выполняемых ремонтно-строительных работ становится одной из первостепенных задач. Применение традиционных инструментов при выполнении строительных работ полностью зависит от правильности принимаемых решений и квалификации персонала.

Контроль за работой дорожно-строительной техники имеет свои особенности:

- высокий расход топлива;
- сложность контроля работ в отдаленных районах;
- высокая стоимость запчастей;
- частые нарушения технических процессов строительства.

Принцип работы спутниковых систем навигации заключается в отслеживании и анализе пространственных и временных координат объекта относительно расположения спутника.

Система навигации позволяет:

- определить местоположения и направления движения объекта;

- контролировать выполнение работы;
- контролировать расход топлива;
- дистанционно отслеживать заряд аккумулятора, давления шин;
- повысить точность геодезических работ.

Успешным примером реализации системы навигации является работа дорожно-строительных компаний ООО Новосибирскавтодор и «Дорожно-строительный трест №1» Санкт-Петербурга [1].

Так, в последней было оборудовано системой навигации порядка 270 единиц техники. Основная цель работы - снижение расходов на горюче-смазочные материалы была выполнена. В общей сложности рост производительности работы составил примерно 20%.

Так было установлено, что водители дорожно-строительных машин периодически сливали топливо во время рабочей смены (Рисунок 1.) Мониторинг навигационной системы показал, что средний слив топлива - 100 литров в день, что составило порядка 4 тыс. рублей на автомобиль.



**Рисунок 1 - Фиксирование заезда автомобиля в карман для слива топлива (фото с монитора)**

За 8 месяцев работы навигационной системы экономия на расходе топлива на 6 ед. техники составила 4 млн. рублей, таким образом, в компании на 60% были снижены затраты на топливо.

Практический опыт работы передовых дорожно-строительных компаний показывает, что система навигации может устанавливаться на следующих объектах дорожно-строительной техники [2]:

- грузовые автомобили, тягачи и самосвалы;
- тракторы, грейдеры и экскаваторы;
- погрузчики разного типа;
- асфальтоукладчики.

**Заключение.** Анализ работы системы навигации на передовых предприятиях дорожно-строительной отрасли позволил выявить преимущества внедрения данной системы: увеличение производительности труда и сокращение сроков выполнения работ; своевременное отслеживание технических неисправностей; повышенный уровень безопасности эксплуатации.

К тому же это позволяет дисциплинированность работников предприятия при помощи непрерывного контроля.

### **Список литературы**

1. Дорожно-строительный трест №1 [Электронный ресурс] // АвтоГРАФ. URL:<https://glonassgps.com/istoriya-dorozhno-stroitelnyj-trest-1>
2. Спутниковый мониторинг транспорта. [Электронный ресурс] // Эскорт. URL: <http://www.e-rt.ru/kontrol-tehniki/>

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПО РАБОЧЕЙ ПРОФЕССИИ «МАШИНИСТ УКЛАДОЧНОГО КРАНА»**

Н.А. Маслов, Э.С. Бондарев

Сибирский государственный университет путей сообщения  
[bondareff.edik@yandex.ru](mailto:bondareff.edik@yandex.ru)

*В целях совершенствования программы подготовки кадров по рабочей профессии «Машинист укладочного крана», была разработана методика обучения и имитационная модель пневматической тормозной системы укладочного крана УК-25/9-18, используя интегрированную среду программирования B&R Automation Studio.*

**Ключевые слова:** электронное обучение, имитационное моделирование, рабочая профессия, укладочный кран, пневматическая система

Обеспечение безопасности движения подвижного состава на железнодорожном транспорте является одной из первоочередных задач ОАО «РЖД». Анализ статистики отказов показывает, что за последние годы немалая доля неисправностей путевых машин приходится на тормозные системы и человеческий фактор, связанный с несовершенством теоретических знаний и практическим навыком управления тормозами.

Цель работы: совершенствование методики подготовки по рабочей профессии «Машинист укладочного крана» с применением имитационного моделирования.

Задачи работы:

1. Разработка имитационной модели пневматической тормозной системы укладочного крана в интегрированной среде программирования V&R Automation Studio.

2. Разработка методики изучения пневматической тормозной системы укладочного крана с использованием имитационной модели.

Научная новизна работы заключается в создании эффективного инструмента (средства) совершенствования методики обучения рабочей профессии «Машинист укладочного крана», не имеющего известных аналогов в этой области [1-5].

Для достижения данной цели были разработаны методики двух лабораторных работ по изучению устройства, работы и определению основных параметров пневматической тормозной системы укладочного крана УК-25/9-18 с использованием имитационной модели. Задачами лабораторных работ являются: изучение назначения, устройства и работы отдельных элементов и принципиальной схемы тормозной пневматической системы укладочного крана; измерение давлений настройки регулятора и на выходе магистрали; настройка редуктора крана машиниста на заданное давление в магистрали; измерение давления на входе в пневмоцилиндр и частоты вращения вала компрессора; вычисление теоретических силы и скорости штока пневмоцилиндра при выдвигении.

Практическая реализация дополнительной образовательной программы с использованием полученных результатов позволит повысить качество подготовки по рабочей профессии «Машинист укладочного крана».

### **Список литературы**

1. Бондарев, Э. С. Маслов, Н. А. Электронный курс для подготовки операторов укладочных кранов [Текст] / Э.С. Бондарев, Н. А. Маслов // Интеллектуальный потенциал Сибири: 26-я Региональная научная студенческая конференция (22-24 мая 2018 г., г. Новосибирск): сборник научных трудов: в 2 частях / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. Часть 2. – 672 с., с.137-139.
2. Бондарев, Э.С., Ермакова, Д.В., Шаповалов, А.В., Маслов, Н.А. Разработка модулей тренажера машиниста укладочного крана [Текст] / Э.С. Бондарев, Д.В. Ермакова, А.В. Шаповалов, Н. А. Маслов // Интеллектуальный потенциал Сибири: 26-я Региональная научная студенче-

ская конференция (22-24 мая 2018 г., г. Новосибирск): сборник научных трудов: в 2 частях / Коллектив авторов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. Часть 2. – 672 с., с.275-277.

3. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Повышение эффективности подготовки кадров для ОАО «РЖД» [Текст] / А.Д. Абрамов, Г.П. Задорин, А.Л. Манаков, Н.А. Маслов // Вестник СГУПС, 2018. - № 3, с.25-32.

4. Маслов, Н. А. Система обучения машинистов укладочного крана УК 25/9-18 [Текст] / Н. А. Маслов // Энерго-ресурсосберегающие машины, оборудование и экологически чистые технологии в дорожной и строительной отраслях БГТУ им. В.Г. Шухова (Сборник докладов международной научно-практической конференции, Белгород, 20-21 сентября 2018 г.). - Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. - 250 с., с.138-146.

5. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» [Текст] / А.Д. Абрамов, Г.П. Задорин, А.Л. Манаков, Н.А. Маслов // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, с.17-20.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНОЙ СТРУИ НА СВЯЗАННУЮ СТРУКТУРУ СНЕГА

Н.В. Глотов, В.А. Глотов

Сибирский государственный университет путей сообщения  
glotoff.n@yandex.ru

*В работе приведены результаты установления разрушающей способности высокоскоростной воздушной струи при ее воздействии на снежный наст, представлены значения необходимой скорости струи для создания требуемого динамического давления на поверхности наста.*

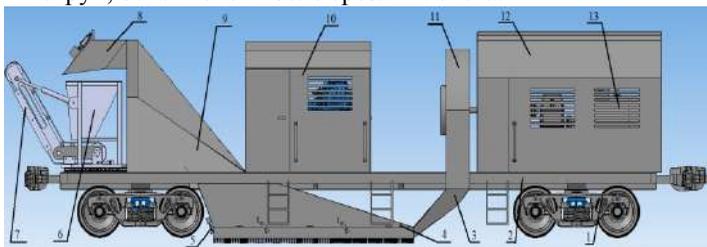
**Ключевые слова:** воздушная струя, снежный наст, железнодорожные пути, снегоочистка, прочность

Одной из важнейших задач является своевременная очистка железнодорожных путей от снега в зимний период, от решения которой зависит бесперебойное движение подвижного состава.

Пневмоснегоочистительные машины типа ПОМ, эксплуатируемые на дорогах России, производят очистку путей от снега высокоскоростной воздушной струей, что позволяет исключить механическое взаимодействие с элементами пути (рельсы, шпалы) и повысить производительность выполнения работ. Однако при их работе

часто возникают нарекания на недостаточную режущую способность воздушной струи при работе на уплотненном снеге и при больших скоростях движения.

Еще более актуален вопрос по определению необходимых параметров воздушной струи для машины ПСМ-С (Рисунок 1), разработанной в СГУПС и предназначенной для работы на станциях. В отличие от машин типа ПОМ, выдувающих снег поперек пути, в машине ПСМ-С предусмотрена транспортировка снега вдоль пути и его погрузка в подвижной состав. Такая траектория требует значительной энергии струи, оставшейся после срезания снега.

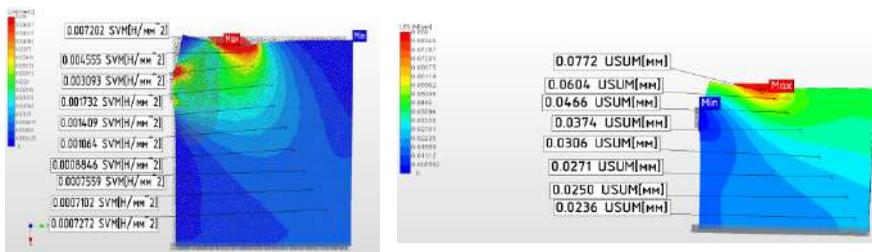


**Рисунок 1 – Принципиальная схема машины ПСМ-С**

Учитывая то, что для создания высокоскоростной струи требуются значительные энергетические затраты (до 400 кВт), вопрос о ее рациональных параметрах, обеспечивающих, как режущую, так и транспортирующую способность, является чрезвычайно важным.

В рамках выполнения исследовательской работы был произведен анализ существующих на сегодняшний день материалов, представляющих прочностные и деформационные свойства снега, на основе которых произведено компьютерное моделирование импульсного воздействия высокоскоростных струй (скорость струй от 80, 100 м/с) на снежные насты плотностью  $50 \div 300 \text{ кг/м}^3$ .

В результате проведенного моделирования получены карты распределения деформаций в снежном насте при динамическом воздействии струи (Рисунок 2), на основании которых была установлена ее разрушающая способность.



**Рисунок 2 – Результаты компьютерного моделирования воздействия воздушной струи (скорость 80 м/с) на наст плотностью 300кг/м<sup>3</sup>**

Полученные результаты дают возможность устанавливать динамические параметры струи для работы снегоочистительных машин с настами различной плотности, оценивать оставшуюся после разрушения наста энергию струи, используемую для дальнейшего транспортирования снега к месту разгрузки.

Полученные данные могут быть применены в качестве рекомендаций по определению параметров пневмоустановок и оптимизации их конструкций при проектировании путевых пневмоочистительных машин для обеспечения их высокой эффективности при очистке железнодорожных путей, как на перегонах, так и на станциях.

## **ОЦЕНКА УРОВНЯ ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ НА УЧАСТКАХ Ч ДИСТАНЦИИ ПУТИ**

Ю.М. Гриднева, С.Д. Пронин, П.С. Труханов  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
gaiwer123@mail.ru

*Рельсы относятся к числу важнейших и наиболее дорогостоящих компонентов железнодорожного пути. Максимально возможное продление срока их службы, а также оптимизация расходов по текущему содержанию и ремонтам являются ключевыми составляющими стратегии обеспечения работоспособности инфраструктуры. В связи с чем, основная задача работы - путем оценки уровня отказов рельсов в условиях Транссибирской магистрали,*

прогнозировать дальнейший рост их отказов с оценкой величины межремонтных сроков.

**Ключевые слова:** железнодорожный путь, рельс, отказ, пропущенный тоннаж, дистанция пути

Уровень одиночного отказа рельсов оценивался для Ч дистанции пути Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры. Ч дистанция пути, расположенная на Транссибирской магистрали, характеризуется высокими эксплуатационными условиями [1, 2], в т.ч. большой интенсивностью движения, высокой грузонапряженностью и скоростью движения поездов, малой долей кривых участков. Анализ данных по уровню отказов рельсов производился за период с момента последнего капитального ремонта по начало 2019 г., что в дальнейшем позволило определить влияние срока эксплуатации, выраженного в пропущенном тоннаже, на количество замененных рельсов. Всего было выделено 16 опытных участков, длиной от 8 до 27 км. Общая длина участков по I пути составила 61 км, по II пути – 109 км и по III пути – 14 км (Таблица).

**Таблица – Характеристика опытных участков**

Номер участка	Номер пути	Классификация пути	Пропущенный тоннаж, млн. т	Скорость движения, км/ч	Тип рельсов	Длина участка, км	Уровень отказа рельсов, шт./км
1.1а	I	1А2	1093,3	120/90	Р65	17	3,12
1.1б	I	1А2	649,8	120/90	Р65	17	0,70
1.2	I	1А2	1516	120/90	Р65	17	12,0
1.3а	I	1А2	1181	120/90	Р65	27	11,82
1.3б	I	1А2	314,2	120/90	Р65	27	0,48
2.1	II	1Б2	1283,7	120/90	Р65	18	5,74
2.2	II	1Б2	1283,1	120/80	Р65	15	3,07
2.3	II	1Б2	489,6	120/90	Р65	17	1,0
2.4а	II	1Б2	1137,4	120/90	Р65	8	4,29
2.4б	II	1Б2	489,6	120/90	Р65	8	0,29
2.5а	II	1Б2	1106,1	120/80	Р65	8	5,0
2.5б	II	1Б2	414,7	120/80	Р65	8	0,63
2.6	II	1Б2	1290	120/90	Р65	19	4,95
2.7а	II	1Б2	1063	120/80	Р65	24	2,75
2.7б	II	1Б2	564,7	120/80	Р65	24	0,63
3.1	III	2Г2	261,9	120/80	Р65	12	0,5
3.2	III	2Г2	261,9	120/80	Р65	2	0

Анализ данных графиков показал, что с ростом пропущенного тоннажа ускоряется интенсивность роста количества отказов рельсов,

что подтверждается исследованиями и по другим дистанциям пути участка Транссибирской магистрали [3; 4]. При наработке нормативного тоннажа 700 млн. т выход рельсов на участках варьируется в пределах от 0,8 до 1,8 шт./км по I пути и от 0,4 до 1,8 шт./км по II пути, при наработке тоннажа 1200 млн. т – от 3,5 до 12 шт./км по I пути и от 2,5 до 5,5 шт./км по II пути с учетом всех причин отказов.

В среднем по всем участкам после наработки тоннажа 700-800 млн. т брутто интенсивность отказов рельсов возрастает в несколько раз. По отдельным участкам срок службы достигает величины 1,3-1,5 млрд. т, что в 2 раза превышает нормативное значение.

### **Список литературы**

1. Величко Д.В., Шелеметьев Д.Г., Антерейкин Е.С., Николаенко А.А. Анализ технического состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник СГУПС. 2017. №3. С. 5-11
2. Карпущенко Н.И., Величко Д.В. Проблемы рельсового хозяйства // Вестник СГУПС. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2006. Вып. 14. С. 37-48
3. Величко Д.В., Севостьянов А.А. Основные причины отказов рельсов в процессе эксплуатации // Транспорт Урала. 2017. №2. С. 51-54
4. Величко Д.В., Антерейкин Е.С., Севостьянов А.А. Оценка надежности рельсов в условиях Транссибирской магистрали // Вестник СГУПС. 2019. №1. С. 5-11

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО МОРСКОГО ПОРТА ДУДИНКА**

А.С. Довбня, Е.С. Жендарева

Сибирский государственный университет водного транспорта  
[gendareva@yandex.ru](mailto:gendareva@yandex.ru)

*В работе отражены основные аспекты развития международного морского порта Дудинка в региональной транспортной системе полуострова Таймыр, в Арктической транспортной системе, в эксплуатации Северного морского пути.*

**Ключевые слова:** морской порт, региональная транспортная система, Арктика, Северный морской путь

Транспорт является важнейшим звеном в формировании и развитии экономической сферы любого региона. Это касается районов Арктики,

где сухопутные пути сообщения развиты слабо, а водные коммуникации имеют стратегическое значение. Формирование и развитие речных и морских грузовых перевозок в низовьях Енисея и Енисейском заливе связано именно с освоением северных территорий Красноярского края, строительством и расширением производственных мощностей Норильского горно-металлургического комбината.

Северный морской путь (СМП) – это стратегически важный для России международный транспортный коридор, транспортировка грузов по которому позволяет сократить сроки доставки и повысить рентабельность перевозок. Грузооборот СМП в 2019 году должен составить 26 млн. тонн, а к 2022 году прогнозируется его рост до 40 млн. тонн.

Именно порт Дудинка стал «сердцем» Таймыра, так как, на полуострове развиты только водные коммуникации. На сегодняшний день порт Дудинка – это крупнейший в регионе международный морской порт, навигация в котором длится круглый год.

Порт имеет достаточно современные технические возможности для выполнения перегрузочных работ с крупнотоннажными контейнерами, крупногабаритными и тяжеловесными грузами, лесом, инертными грузами. Порт круглогодично связан морским сообщением по СМП с Архангельском и Мурманском, а в период летней навигации – речным сообщением с Игаркой, Лесосибирском, Красноярском [1].

В 2018 году порт Дудинка переработал более 3 млн. тонн грузов, из которых по СМП было отправлено более 1,2 млн. тонн. Это, главным образом, готовая продукция горно-металлургического комбината: фанштейн, готовые металлы, товарная сера, медные катоды и другое. Порт стабильно наращивает грузооборот и увеличивает пропускную способность всех элементов транспортно-логистической цепи. Таким образом, народнохозяйственное значение порта Дудинка состоит не только в развитии производительных сил полуострова Таймыр, но и в обеспечении функционирования СМП.

### **Список литературы**

1. Збарашенко В. Арктика. Транзитный потенциал Севморпути. URL: <http://www.itamain.com/>

## ОЦЕНКА ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ СРЕДНЕСИБИРСКОЙ МАГИСТРАЛИ

А. А. Евстигнеев, Е. М. Косинкова, Д. В. Величко  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
velichko@stu.ru

*В работе дана оценка уровня отказов рельсов на участке К дистанции, расположенной на Среднесибирской магистрали.*

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, рельс, дефекты, отказ, срок службы

Рельсы относятся к числу важнейших и наиболее дорогостоящих компонентов железнодорожного пути. Максимально возможное продление срока их службы, а также оптимизация расходов по текущему содержанию и замене являются ключевыми составляющими стратегии обеспечения работоспособности инфраструктуры. В связи с чем, задача по оценке уровня отказов рельсов остаётся актуальной [1].

Основным критерием выбора участков, согласно действующим нормативным документам был пропущенный тоннаж 700 млн. т и одиночный выход рельсов – более 4 шт./км [2]. Всего было выделено 11 участков, длиной от 9 до 47 км. Общая длина участков по I пути составила 91 км, по II пути составила 132 км (Таблица).

Анализ графиков отказов рельсов показал, что с ростом пропущенного тоннажа ускоряется рост количества неисправных рельсов.

**Таблица – Характеристика опытных участков**

Номер участка	Номер пути	Классификация	Пропущенный тоннаж, млн. т	Длина участка, км	Максимальный выход рельсов на отдельном километре, шт./км
1.1	I	1А2	952,3	21	70
1.2	I	1А3	1440,3	17	86
1.3	I	1А2	848,9	29	38
1.4	I	1А2	738,8	15	44
1.5	I	1А3	1374,1	9	26
2.1	II	2В2	522,7	21	7
2.2	II	2В2	356,4	12	5
2.3	II	2В3	424,4	10	3
2.4	II	2В2	357,6	47	11
2.5	II	2В2	462	20	6
2.6	II	2В2	501,4	22	8

Выход рельсов от пропущенного тоннажа на I пути К. дистанции пути на участках 1.2 и 1.5 превышает 1300 млн. т с уровнем отказов

рельсов 7,22-26,71 шт./км, а на участках 1.1, 1.3 и 1.4 пропущенный тоннаж не доходит до 1000 млн. т, при этом средний уровень отказов рельсов – 11,17-22,52 шт./км. Значительный выход рельсов на участках 1.1, 1.3 и 1.4, связан с планом линии и отказами сварных и стыковой изоляции.

Выход рельсов от пропущенного тоннажа на II пути К. дистанции пути на участках 2.1 и 2.6 составляет 500 млн. т с уровнем отказов рельсов – 1,10-1,48 шт./км.

На основе данных из графиков зависимости выхода рельсов от пропущенного тоннажа можно сделать вывод, что с ростом тоннажа, в период его сверхнормативной наработки, увеличивается интенсивность выхода рельсов.

Чтобы определить основные дефекты, влияющие на отказ рельсов, подробно был рассмотрен участок 1.2, для которого был проведен анализ отказов рельсов по причинам появления и развития групп и кодов дефектов, за период с 2010 по 2018 год.

На этом участке преобладают дефекты 1 группы, при максимальном пропущенном тоннаже интенсивность отказов 5,8 шт./км, что составляет 84 % от общего числа отказов в текущем году, также с ростом тоннажа после пропуска 1000 млн. т брутто наблюдается интенсивный рост отказов рельсов. За последние три года ростом отказов возрос почти в 1,5-2 раза. При анализе дефектов 1 группы самым распространенным является 10 код, что характерно [3, 4] для условий Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры.

### **Список литературы**

1. Величко Д.В., Шелеметьев Д.Г., Антерейкин Е.С., Николаенко А.А. Анализ технического состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник СГУПС. 2017. №3. – С. 5-11
2. Карпущенко Н.И., Величко Д.В. Проблемы рельсового хозяйства // Вестник СГУПС. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2006. Вып. 14. – С. 37-48
3. Величко Д.В., Севостьянов А.А. Основные причины отказов рельсов в процессе эксплуатации // Транспорт Урала. 2017. №2. – С. 51-54
4. Величко Д.В., Антерейкин Е.С., Севостьянов А.А. Оценка надежности рельсов в условиях Транссибирской магистрали // Вестник СГУПС. 2019. №1. – С. 5-11

## ОЦЕНКА ВОСТРЕБОВАННОСТИ ПАССАЖИРАМИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ МОСКВА-КАЗАНЬ

К.А. Заболоцкая, Е.В. Климова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
kate-kitton@yandex.ru

*В данной работе произведена оценка востребованности пассажирами необходимости создания высокоскоростной магистрали «Москва-Казань» с точки зрения ключевого фактора окупаемости данного проекта – значительного пассажиропотока.*

**Ключевые слова: высокоскоростные пассажирские перевозки, высокоскоростные магистрали, окупаемость**

21 век ставит перед транспортной отраслью страны все более сложные задачи, требующие инновационных решений. Одно из таких решений – строительство высокоскоростных магистралей (ВСМ) для разделения пассажирского и грузового движения. Реализация таких проектов имеет стратегическое значение и, в теории, «...будет способствовать росту наиболее значимых социально-экономических показателей развития страны, уровня мобильности населения» [1].

Выдающиеся специалисты в области экономики ЖД транспорта многие годы трудятся над вопросом целесообразности проекта строительства ВСМ «Москва-Казань», однако все сходятся в одном, основном убеждении, – без привлечения значительного пассажиропотока – данный проект не окупится даже за 30 лет [2]. Цель работы – оценить востребованность пассажирами ВСМ «Москва-Казань» и. В связи с поставленной целью необходимо решить следующие задачи: 1) выявление критериев выбора пассажирами способа проезда на основе анкетирования с применением диаграммы Исикавы; 2) проведение сравнительного анализа стоимости и вариантов проезда; 3) анкетирование респондентов для выявления переломных значений критериев стоимости билетов, времени перевозки и пр., после которых пассажиропоток установится на требуемом уровне. В ходе работы была построена диаграмма Исикавы для выявления основных критериев выбора пассажиром вида транспорта. По итогам проведенного анкетирования в системе «Survio» (204 респондента с разбивкой на возрастные группы) была сформирована таблица приоритетности с расчетом удельного веса каждого критерия и возрастной группы. Ранжирование получилось следующим: Стоимость поездки; Время следования; Удобство расписания движения; Комфортабельность; Качество транспортного обслуживания; Степень

близости к пунктам отправления и пунктам прибытия. Самыми важными критериями для всех возрастных групп оказались стоимость поездки (25%), время следования (16%) и удобство расписания движения (17%), и были использованы для сравнительного анализа. В его результате стало очевидно, что по критерию удобства расписания движения все виды транспорта находятся в одинаковом положении; минимальное время в пути обеспечивает авиатранспорт, но пассажиры дополнительно вынуждены приезжать на досмотр заранее, а при поездке на ВСМ пассажир может явиться к моменту отправления. По показателю стоимости билета ВСМ дороже самолета в 3,5 раза.

Таким образом, поездка по ВСМ проигрывает другим видам транспорта по ключевым показателям, соответственно, ОАО "РЖД" столкнется с проблемой привлечения пассажиропотока. Следовательно, встает вопрос целесообразности реализации проекта. Кроме того, перед руководством железной дороги встанет вопрос привлечения дополнительных клиентов для перевозки грузов на освободившиеся нитки в грузовом движении. Для решения проблемы привлечения клиентов в анкете были представлены вопросы о том, какая стоимость билета и какие услуги мотивируют пассажира осуществить поездку на ВСМ вместо самолета, пассажирского поезда или автобуса. В результате получено, что: 61% респондентов готовы ехать 2 раза дольше, если цена билета будет ниже, чем на самолет, при равной цене готовы поехать 15% респондентов, а при условиях повышенной комфортности и более высокой цене билета поехать поездом по ВСМ готовы 22%, однако повышенная комфортность поездов увеличит суммарные затраты на весь проект. Одним из вариантов привлечения пассажиропотока можно рассматривать снижение цен на билет до равной самолету. Таким образом, обеспечение окупаемости проекта строительства ВСМ «Москва-Казань» за счет высокого пассажиропотока со сроком не менее 30 лет является рискованным для инвесторов. Соответственно, последние должны рассмотреть альтернативные варианты инвестирования капитала.

### **Список литературы**

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tselesoobraznosti-otdeleniya-zheleznodorozhnoy-infrastruktury-vysokoskorostnyh-magistralej-v-rossiyskoy-federatsii>
2. Климова, Е.В. Оценка экономической эффективности способов организации скоростного движения пассажирских поездов: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 [Текст] / Климова Екатерина Викторовна. – Новосибирск, 2015. – 24 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО РАСХОДА ТОПЛИВА

Е.С. Зинченко, А.С. Алехин

Сибирский государственный университет путей сообщения  
twoas@ngs.ru

*Рассмотрены условия работы дизель-генераторной установки в различных режимах работы, произведён анализ удельного расхода топлива при различной степени нагрузки на дизель-генераторную установку. Разработаны рекомендации по улучшению определения эффективного расхода топлива с повышенной чувствительностью к разнорежимным условиям работы силовой установки.*

**Ключевые слова:** дизель-генераторная установка, удельных расход топлива, АД32-Т400-1Р, двигатель внутреннего сгорания, разный режим работы двигателя внутреннего сгорания, зависимость расхода топлива от мощности

Некоторые типы тяжелонагруженной специализированной техники оснащены гибридной тяговой установкой, а именно, дизель-генераторной установкой. Обусловлено это тем, что ДГУ, а в частности тяговый электродвигатель, развивает больший крутящий момент при меньшей частоте вращения, чем ДВС с аналогичными мощностными характеристиками.

Из-за особенностей графиков работы строительной техники, учёт режимов работы по разным нагрузочным параметрам не учитывается в должной мере. Известно, что режим работы ДГУ не нормирован, то есть учёт разнорежимного рабочего цикла из-за сложности определения, среди рабочих присутствует акт хищения горюче смазочных материалов. Таким образом, машина имеет рабочий ход и режим простоя с запущенным двигателем внутреннего сгорания. Так как рабочий ход имеет разную степень нагрузки, условно, от 10% до 100%, при этом расчёт расхода топлива не учитывает весь диапазон нагрузки силового агрегата, то предполагается, что учёт режимов разно нагруженной работы может привести к снижению затрат на горючее топливо для дизельного двигателя внутреннего сгорания.

Исходя из вышеперечисленного, предлагается метод по учёту различного диапазона работы двигателя внутреннего сгорания в дизель-генераторной установке, который по предположениям приведёт к снижению себестоимости топлива для двигателя внутреннего сгорания.

В данной работе было исследовано внедрение автоматизированного оборудования системы определения эффективного расхода топлива.

В процессе выполнения работы был произведён анализ имеющихся систем определения расхода топлива, предложен алгоритм по определению расхода топлива через определение токов потребления дизель-генераторной установки предложена система из платы управления и датчиков, для непосредственного монтажа на имеющуюся строительско-дорожную технику на базе ДГУ.

### **Список литературы**

1. Барсов И.П., Станковский А.П. Строительные машины и их эксплуатация. М – Стройиздат, 1971. : 368с.
2. ГОСТ 2.721-74. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
3. ГОСТ Р 53987-2010 (ИСО 8528-1:2005) Электроагрегаты генераторные переменного тока с приводом от двигателя внутреннего сгорания. Часть 1. Применение, технические характеристики и параметры.
4. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / Ю.Г. Барыбина, Л.Е. Фёдорова, М.Г. Зименкова, А.Г. Смирнова. М., 1991. 464 с.
5. ГОСТ Р 52517-2005 (ИСО 3046-1:2002) Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявление мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний (с Поправкой).
6. Способы контроля расхода топлива // ГлонассGPS: Офиц. Сайт. Режим доступа: <https://glonassgps.com/3-sposoba-kontrolya-raskhoda-topliva>. (дата обращения 05.05.2019)
7. Электроагрегат дизельный мощностью 32 кВт АД-Т-400-1Р. Паспорт. ДИК - 07510.

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА (ГРЦ) НА БАЗЕ РЕЧНОГО ПОРТА**

Г.Ж. Игликова, Е.С. Жендарева

Сибирский государственный университет водного транспорта  
[gendareva@yandex.ru](mailto:gendareva@yandex.ru)

*Распределительный центр - это специальный комплекс сооружений, технологических и технических устройств, предназначенных для осуществления логистических операций,*

*которые связаны с приемом, хранением, погрузо - разгрузочными работами, переработкой разных партий грузов, коммерческим и информационным обслуживанием перевозчиков, грузополучателей и других посредников, сортировкой.*

**Ключевые слова: речной транспорт, перегрузочные работы, грузораспределительный центр**

Поставка грузов на дальние расстояния, где используются сразу несколько видов транспорта очень редко происходит без пункта перевалки в специально назначенных зонах - терминалах, контейнерных площадках. Терминалы, обычно, находятся в больших транспортных участках, у которых есть удобные подъездные пути для разных видов транспорта [1].

Сейчас терминалы являются как пунктами накопления мелких отправок, так и крупными грузораспределительными центрами и базами снабжения, которые превращаются в более важные элементы логистических цепочек. Подразделяют на терминальные комплексы, специализированные и универсальные терминалы. Универсальные терминалы – это группа складов с распределительным центром, выполняющие следующие функции: развоз, завоз, грузопереработка, сбор, хранение и т.д. Они также имеют оборудование для грузопереработки скоропортящихся, длинномерных, тяжелых грузов, контейнерные площадки, специализированные склады. Например, продовольственных, скоропортящихся, бумаги, медикаментов и т.п. Разделение грузовых центров дает возможность значительно лучше учитывать условия покупателей к транспортировке, переработке грузов и хранению, снизить логистические расходы, увеличить результативность логистического маркетинга и качество обслуживания.

Если учитывать данные тенденции, то грузовые станции имеют все шансы осуществлять функции региональных транспортно-распределительных центров (ТРЦ) [1].

Одна из основных задач развития регионов - это предотвращение барьеров в линии беспрепятственного передвижения грузов, людей, информации, капиталов [1]. Для того чтобы сформировать ТРЦ следует учитывать следующие условия [3]: пересечение некоторых видов транспорта транспортных линий в узле: водного (морского, речного), жд, авиационного, авто и трубопроводного; наличие способности с целью формирования информативных структур и технологий, которые способны гарантировать информационное сопровождение грузов - данные виды транспорта должны быть достаточно развиты на этой территории; фигурирование страховых компаний и банков, которые

могут оказать услуги по страхованию; наличие таможенной инфраструктуры, которая способна обеспечить таможенное сопровождение грузов; наличие мощного терминального и складского комплексов, подходящие для переработки и хранения грузов. В общем, региональный ГРЦ - это мощный портал, который предназначен для обрабатывания значительного объема грузов, где товар перераспределяется по другим регионам более мелкими партиями заказчикам, а не просто обрабатываются и складировуются [3].

Образование сети ГРЦ и создание на их основе региональных логистических ТРС на территории России обязано играть ведущую роль в развитии транспортной инфраструктуры, рационализации транспортно-экономических связей и всей системы грузо - и товародвижения, а также быть главной частью государственной (региональной и федеральной) транспортной политики. И лишь государство может на надлежащем уровне выполнять функции координатора и инициатора развития транспортно-логистических систем также экономически поддерживать данный процесс [2,3].

### **Список литературы**

1. Миротин, Л.Б. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): Учебник для транспортных вузов. - М.: Издательство "Экзамен", 2003
2. Транспортно-грузовые системы: все о ТГС [Электронный ресурс]: Электрон.дан. Режим доступа: <<http://www.tgs-jd.ru>>
3. Шакиров, М. Основные тенденции развития региональных логистических центров в России. Склад и техника №12/2007 [Электронный ресурс]: Электрон.дан. Режим доступа: <<http://www.sitmag.ru/article/buildsklad>>

## ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ

С.А. Косенко, Н.С. Арышев  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
kosenko.s.a@mail.ru

*В работе рассматриваются вопросы выбора рациональной конструкции промежуточных рельсовых креплений.*

**Ключевые слова:** железнодорожный путь, промежуточное рельсовое крепление, стоимость жизненного цикла

Расчет стоимости жизненного цикла (СЖЦ) 1 км железнодорожного пути выполнен для грузонапряженного участка на полигоне А дистанции пути ЗСДИ с вариантами конструкции верхнего строения пути (ВСП) и ремонтными схемами согласно [1]. На тяжеловесном направлении осевая нагрузка 25 т/ось, вес поезда 7100 т.

Периодичность выполнения восстановительных работ зависит от его конструкции и эксплуатационных условий.

Нормативные сроки проведения ремонтов, исчисляемые по наработке тоннажа, увеличиваются на участках, где при ремонте пути был уложен подбалластный разделительный слой на 10 %, при скреплениях с пружинными промежуточными рельсовыми скреплениями (ПРС) также на 10 %. На участках со скоростями движения грузовых поездов более 60 км/ч, на которых средняя осевая нагрузка превышает 210 кН/ось уменьшаются на 10 %.

Стоимость жизненного цикла конструкции ВСП назначается с капитального ремонта, далее выполняются промежуточные ремонты: средний (С); подъемочный (П); планово-предупредительная выправка (В). Также с определенной периодичностью проводится шлифовка рельсов. По окончании жизненного цикла выполняется утилизация (У) элементов конструкции ВСП, которая имеет возвратную стоимость.

Расчет СЖЦ состоит из затрат, связанных с разработкой, производством, владением и утилизацией объекта.

Рассматривались основные типы ПРС с пружинными клеммами: нераздельные бесподкладочные ЖБР-65Ш и Фоссло (W30), а также подкладочное ЖБР-65ПШМ [2]. Основные достоинства, связанные с конструктивными параметрами этих креплений [3] доказаны расчетами МКЭ [4]. Это оказывает существенное влияние на отказы пути [5] и выбор конструкции ВСП для тяжеловесного движения поездов [6]. Перспективным ПРС также является подкладочное KZF-07 [7].

Расчеты СЖЦ показали, что наибольшая среднегодовая СЖЦ 1 км верхнего строения наблюдается по грузовому (второму) пути (ЖБР-65Ш) при ремонтной схеме КРН-В-С-В-КРН (продолжительность цикла 5 лет) и составляет 6 447 тыс. р., а суммарная СЖЦ составляет 32 234 тыс. р. с учетом ставки дисконтирования.

Из рассматриваемых ремонтных схем и ПРС, на участках тяжеловесного движения с осевой нагрузкой 25 т / ось на А. дистанции пути и с  $G = 141$  млн. т бр. на км в год, рекомендуется принять схему КРН-В-В-РС-В-П-КРН, с межремонтным тоннажем 1400 млн. т бр. и промежуточным рельсовым скреплением в кривых 650 м и менее ЖБР-65ПШМ, а для прямых и кривых более 650 м скрепление W30 (Фоссло) грузового (второго) пути.

### **Список литературы**

1. О внесении изменений в Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: утв. приказом Министерства транспорта РФ № 54 от 9 февраля 2018.– 16 с.
2. Альбом чертежей верхнего строения пути: учебно-методическое пособие / С.А. Косенко, А.Д. Монастырский, М.М. Алимкулов. – Алматы : КазАТК, 2015. 318 с.
3. Kosenko S.A., Akimov S.S. Performance characteristics of differentially quenched rails // Magazine of Civil Engineering. 2017. N 7. Pp. 94–105.
4. Косенко С.А., Исаенко Э.П. Моделирование и расчеты напряженно-деформированного состояния конструкций железнодорожного пути методом конечных элементов: монография. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2017. 144 с.
5. Косенко С.А., Акимов С.С. Причины отказов элементов железнодорожного пути на полигоне Западно-Сибирской железной дороги // Вестник СГУПС. 2017. № 3 (42). С. 26-34.
6. Косенко С.А., Богданович С.В., Акимов С.С. Проектирование путевого развития станций и выбор конструкций верхнего строения пути для тяжеловесного движения поездов // Вестник СГУПС. № 4 (47), 2018. С. 21-29.
7. Рельсовое скрепление для кривых радиусом менее 800 м / Э.П. Исаенко, С.Н. Шарапов, С.А. Косенко, В.К. Финк // Путь и путевое хозяйство. 2013. № 6. С. 9-12.

## К РАСЧЕТУ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СПИРОИДНОГО РЕДУКТОРА

Р.А. Кривченко, В.Н. Анферов  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
28011999@bk.ru

*В данной работе поставлена задача более точного определения коэффициента полезного действия спироидного редуктора для избежания ошибок при расчете мощности привода.*

**Ключевые слова:** передача зацеплением, расчет привода, определение КПД

Совершенствование конструкций современных машин и механизмов не представляется возможным без применения в них передач зацеплением. Улучшение технических характеристик приводов машин достигается совершенствованием существующих видов зубчатых передач, а также применение их новых разновидностей. Одна из новых передач – спироидная находит широкое применение в различных машинах и механизмах для передачи вращения между перекрещивающимися осями валов [1].

Применение спироидных передач может существенно улучшить технические характеристики: уменьшить габариты и массу, увеличить ресурс, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт [1].

При проектировании приводов машин на основе спироидных передач возникают затруднения, обусловленные задачей определения коэффициента полезного действия (КПД). На стадии проектирования в первом приближении возможно оценить КПД ориентируясь на известную зависимость для червячных передач:

$$\eta = tg\lambda / tg(\lambda + \rho),$$

где  $\lambda$  – угол подъема винтовой линии червяка;  $\rho$  – угол трения в зацеплении.

На наш взгляд, следует учитывать все виды потерь в редукторе:

$$\eta = 1 - (\varphi_z + \varphi_n + \varphi_y + \varphi_r + \varphi_v),$$

где  $\varphi_z, \varphi_n, \varphi_y, \varphi_r, \varphi_v$  – соответствующие коэффициенты потерь в зацеплении, в подшипниках, в уплотнениях, гидравлические потери, потери на привод вентилятора.

Поскольку в общем балансе потерь превалируют потери в зацеплении, поэтому необходимо при их расчете использовать экспериментальные данные коэффициентов трения в зацеплении, определенные на физических моделях [2,3].

Расчет всех видов потерь в редукторе позволит избежать ошибок при расчете мощности привода.

### **Список литературы**

1. Гольдфарб В.Н. Спиroidные редукторы для работы в экстремальных условиях. В.Н. Гольдфарб, В.Н. Анферов, Д.В. Главанских, Е.С. Трубачев. – Ижевск, 2013. – 159 с.
2. Анферов В.Н., Коваленко Р.К. Выбор физической модели для исследования заедания в зацеплении спиroidной передачи// Вестник Моск. автомобильно-дорожного гос. техн. Ун-та (МАДИ). – 2016. – №4 (47). – с. 33-39.
3. Анферов В.Н., Кузьмин А.В. Расчетно-экспериментальная оценка самоторможения при проектировании спиroidных передач// Вестник ИжГТУ. – 2017. – №1. – с. 12-16.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КРУПНОМАСШТАБНОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЕКТА «ТРАНСПОЛЯРНАЯ МАГИСТРАЛЬ»**

А.А. Лукин, М.В. Пятаев

Сибирский государственный университет путей сообщения  
procedure@inbox.ru

*Цель работы – оценить эффективность и целесообразность капиталовложений в строительство крупномасштабного транспортного проекта Трансполярная магистраль. В процессе работы приведён макроэкономический анализ эффективности Трансполярной магистрали, рассмотрена её история и перспективы строительства, а также, с целью оценки эффективности проекта, проведён анализ внедрения проекта в межотраслевой баланс.*

**Ключевые слова:** эффективность, крупномасштабный проект, валовой выпуск, железнодорожный путь, валовой выпуск

Трансполярная магистраль в широком смысле — современное название проекта железнодорожного пути от берегов Баренцева моря восточнее Архангельска до побережья Охотского моря и до Чукотки. Магистраль была задумана в 1928 году, и называлась она тогда Великий Северный железнодорожный путь. Дорога соединена с железнодорожной сетью страны через Печорскую железную дорогу. В 1948—1949 гг. центр железнодорожного строительства в Сибири был перенесен на сооружение линии «Чум — Лабитнанги». Однако в марте

1953 года, после смерти И. В. Сталина, была объявлена амнистия и в СССР была освобождена основная масса, работавших на стройке. 25 марта 1953 правительство приняло решение о приостановке строительства и консервации железной дороги. Построенные участки оказались заброшенными.

В настоящее время на Трансполярной магистрали в эксплуатации находится только один центральный участок – от Надыма до Коротчаева, а западный (до Салехарда) и восточный (до Искитима) заброшены. Их восстановление и продолжение железной дороги на восток считается перспективным проектом. Строительство данной магистрали позволит разрешить такие задачи, как обеспечение круглогодичного доступа к минерально-сырьевой базе шельфа Северного Ледовитого океана, а также взятие на себя функции «транзитного моста» между странами Евросоюза и НАФТА. [1]

Известно, что в перспективе строительство пути протяженностью в 7 596 км. Кроме того, известно, что стоимость строительства участка Трансполярной магистрали – Северного широтного хода составит примерно 235,9 млрд рублей [2]. Отсюда получен примерный объем капиталовложений в Трансполярную магистраль – 2 537 064 млн рублей.

При выполнении работы проведена оценка с использованием метода межотраслевого баланса, предложенного А. Г. Гранбергом [3]. С помощью данного метода оценена эффективность проекта. При проведении вычислений была использована базовая таблица «затраты-выпуск» [4].

Исходя из расчётов было выявлено, что капитальные вложения в данный проект поспособствует росту валового выпуска примерно на 2,11%. Кроме того, проект оказывает положительное влияние на производственные отрасли страны. В большей степени Трансполярная магистраль оказывает влияние на отрасль, связанную с железнодорожным транспортом, а также на такие отрасли, как:

- транспорт (без учета железнодорожного) и связь,
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды,
- операции с недвижимым имуществом,
- добыча полезных ископаемых,
- финансовая деятельность.

Также в работе оценена динамика проекта до 2060 года. Выяснено, что проект оказывает положительное влияние на уровень ВВП страны, способствует ежегодному приросту валового выпуска.

Таким образом, Трансполярная магистраль может оказать положительный эффект на экономику страны. Капитальные вложения с

позиций общественной эффективности в данный проект целесообразны.

### **Список литературы:**

1. Курбасов А.С., Шабалин Н.Г. Приполярная железнодорожная магистраль – инновационный проект XXI века. Транспорт Российской Федерации. №1-14. 2008. С.14-16
2. Голубев А. А. Северный Широтный ход – головной участок Трансполярной магистрали // Научные горизонты. – 2018. – № 11-1. – с. 77-81
3. Кибалов Е. Б., Беспалов И. А., Бузулуцков В. Ф. Комплексный подход к оценке общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов. Новосибирск: СГУПС. – 2015. – с. 78-81
4. Базовые таблицы «затраты-выпуск» за 2011 год // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/accounts/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/) (дата обращения: 29.04.2019)

## **АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ Ч ДИСТАНЦИИ ПУТИ**

Н.Н. Лукинова, А.Э. Малинина, А.А. Севостьянов  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
[seva2233@yandex.ru](mailto:seva2233@yandex.ru)

*В работе ставится задача рассмотреть зависимость дефектности шпал от пропущенного тоннажа на примере Ч дистанции пути. Проанализированы характерные особенности эксплуатационные и технические характеристики опытных участков.*

**Ключевые слова:** железнодорожный путь, железобетонные шпалы, отказ, срок службы

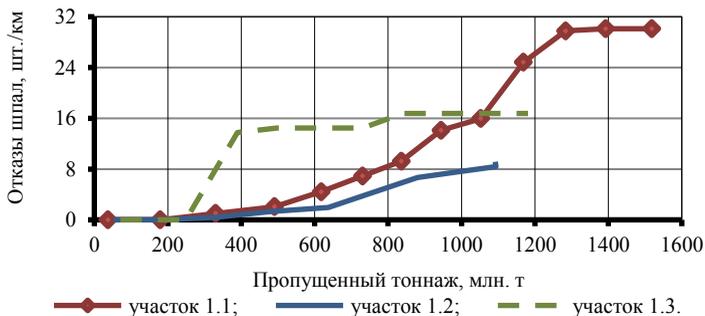
Железобетонные шпалы как основной элемент верхнего строения железнодорожных путей, должны иметь как можно больший срок службы и небольшие затраты на текущее содержание и ремонты [1].

Для анализа отказов шпал на Ч дистанции пути, расположенная на Транссибирской магистрали [2, 3], были выбраны 7 опытных участков (3 участка по I пути и 4 участка по II пути), общей протяженностью 108 км (Таблица).

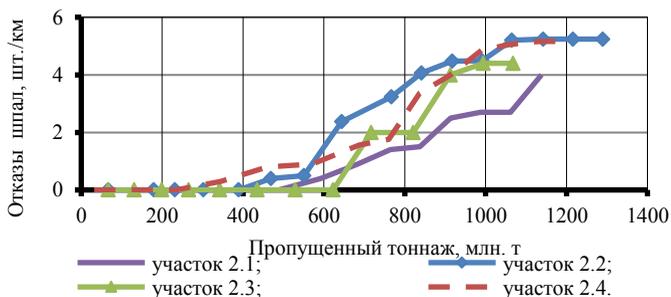
**Таблица – Основные характеристики опытных участков**

Номер участка	Номер пути	Год укладки	Пропущенный тоннаж, млн. т	Тип скрепления	Длина участка, км
1.1	I	2005	1518,3	ЖБР-65Ш	17
1.2	I	2004	1094,2	ЖБР-65Ш	17
1.3	I	2005	1181,2	КБ-65	7
2.1	II	2002	1283,7	ЖБР-65Ш	20
2.2	II	2002	1289,8	КБ-65	19
2.3	II	2000	1067,8	ЖБР-65Ш	16
2.4	II	2003	1283,1	КБ-65	18

Все опытные участки характеризуются высокими эксплуатационными показателями работы в условиях Транссибирской магистрали, графики отказов железобетонных шпал – на рисунках 1 и 2.



**Рисунок 1 – Зависимости отказов шпал от пропущенного тоннажа по I пути**



**Рисунок 2 – Зависимости отказов шпал от пропущенного тоннажа по II пути**

Анализируя графики отказов шпал по I пути нужно отметить, что при одинаковом пропущенном тоннаже 1000 млн. т, отказы железобетонных шпал различны. При скреплении ЖБР-65Ш (участки 1.1 и 1.2) среднее значение отказов шпал – 12 шт./км. При скреплении КБ-65 (участок 1.3) – 16,8 шт./км. Т.е., в близких условиях эксплуатации на Ч дистанции пути, отказы шпал со скреплением ЖБР-65Ш в 1,3 раза ниже, чем отказы шпал со скреплением КБ-65.

Отказы шпал со скреплением ЖБР-65Ш по I пути в 2,1 раз больше, чем по II пути. При одинаковом сроке службы (1000 млн. т), отказы железобетонных шпал по I пути на 38 % больше, чем по II пути.

### **Список литературы**

1. Величко Д.В., Горбунов Н.Н. Адаптация производства железобетонных шпал современным требованиям // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. №3. – С. 71-74
2. Величко Д.В., Шелеметьев Д.Г., Антрейкин Е.С., Николаенко А.А. Анализ технического состояния состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник СГУПС. 2017. №3. – С. 5-11
3. Кривошеев Н.А., Величко Д.В., Кузнецов М.П., Матюшенков Д.А., Еврасова И.В., Кошелева Л.М. Эксплуатационные испытания скреплений КН-65 на Западно-Сибирской ж.д. // Путь и путевое хозяйство. 2011. №1. – С. 15-17

## **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛАНА ЛИНИИ**

А.А. Севостьянов, А.Э. Малинина, А.А. Новиков  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
[seva2233@yandex.ru](mailto:seva2233@yandex.ru)

*В данной работе проведен анализ состояния геометрии рельсовой колеи для участков Красноярской железной дороги с учетом влияния плана линии. Выявлена прямая зависимость количества отступлений по ширине колеи от доли кривых на участке. Также в рамках данной работы были определены коэффициенты корреляции отступлений от доли кривых на километре для рассматриваемых участков.*

**Ключевые слова:** геометрия рельсовой колеи, план линии, радиус кривой, ширина колеи, коэффициент корреляции

Для анализа было выбрано 3 участка железнодорожного пути, которые уложены в единых эксплуатационных условиях [1; 2]. Характеристика исследуемых участков представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики участков**

Название параметра	Характеристика участков		
	1	2	3
Номер участка	ЖБР	ЖБР-Ш	КБ
Тип скрепления	ЖБР	ЖБР-Ш	КБ
Класс и специализация линии/класс и код группы	10/1А		
Грузонапряженность на 01.01.19г., млн. т км бр./км в год	105,5		
Пропущенный тоннаж, млн. т	922 (53)*	922 (52,2)*	1102 (74)*
Год укладки	2007	2007	2006
Длина участков, км	4	5	8
Доля кривых, процент	14-86	39-89	10-93
Средний радиус, м	420	425	625
Диапазон радиусов, м	410-422	419-430	590-655

*Примечание: \* в скобках указана величина пропущенного тоннажа после проведения сплошной смены рельсов в объеме среднего ремонта пути.*

В данной работе учет влияния плана линии выражался долей кривых на километре. В анализ шли отступления по геометрии рельсовой колеи на рассматриваемых участках за период с 2010 по 2019 год, с учетом доли кривых. Также в рамках данной работы были определены коэффициенты корреляции отступлений от доли кривых на километре для рассматриваемых участков (Таблица 2). Видно, что существует жесткая прямая взаимосвязь между количеством отступлений по ширине колеи и долей кривых на километре.

**Таблица 2 – Коэффициент корреляции**

Номер участка	Коэффициент корреляции		
	Для всех отступлений	Для отступлений по ширине колеи	Для отступлений без учета ширины колеи
1	0,889	0,917	-0,221
2	0,877	0,842	-0,256
3	0,919	0,982	0,241

Таким образом на основе проделанной работы можно сделать вывод, что при снижении доли кривых на километре, общее количество отступлений снижается незначительно. Но если учесть процентное соотношение отступлений по ширине колеи и отступлений, связанных с состоянием балласта, то просматривается прямая зависимость количества отступлений по ширине колеи от доли кривых на участке. Коэффициент корреляции для всех отступлений также высок, что объясняется значительным количеством отступлений по ширине колеи на всех рассматриваемых участках. Примечательно, что не выявлена зависимость отступлений, связанных с балластом (отступления без учета ширины колеи), значения коэффициентов корреляции говорят о полном отсутствии взаимосвязи, хотя в путевом хозяйстве перекосы и рихтовки встречаются преимущественно в кривых участках пути.

### **Список литературы**

1. Кривошеев Н.А., Величко Д.В., Кузнецов М.П., Матюшенков Д.А., Еврасова И.В., Кошелева Л.М. Эксплуатационные испытания скреплений КН-65 на Западно-Сибирской ж.д. // Путь и путевое хозяйство 2011. №1. С. 15-17.
2. Севостьянов А.А., Величко Д.В. Анализ влияния промежуточных рельсовых скреплений на отступления параметров рельсовой колеи». Науч. изд. «Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса». - Донецк: Изд-во ДАТ, 2019. – С. 182-187.

## **ОЦЕНКА ОТКАЗОВ РЕЛЬСОВ НА УЧАСТКАХ К. ДИСТАНЦИИ**

Н.В. Непомнящий, А.Н. Кошевой, Д.В. Величко  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
velichko@stu.ru

*В работе дана оценка работы рельсов типа Р65, отличающиеся по качеству стали – рельсы категории качества Т1, японские рельсы Я, и рельсы новой категории качества ДТ-350 уложенные на К. дистанции пути. Дана оценка уровня отказов рельсов с учетом его причин.*

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, надежность рельсов, дефекты рельсов, прогнозирование дефектности рельсов

К качеству рельсовой стали предъявляются высокие требования с учетом роста грузонапряженности, осевых нагрузок и скорости движения поездов. План рассматриваемого пути характеризуется малой долей кривых (5%) и отсутствием кривых радиусом менее 2400 м.

На I пути К. дистанции пути, расположенной на Транссибирской магистрали, эксплуатируется бесстыковая конструкция пути с рельсами типа Р65 с тремя разными характеристиками по показателю качество рельсовой стали (Т1, Я, ДТ-350) [1, 2].

Для оценки динамики роста отказов рельсов в процессе эксплуатации, в условиях К. дистанции пути, были рассмотрены 5 опытных участков (общей длиной 142 км), с высоким пропущенным тоннажем, в т.ч. сверхнормативным. Отдельные участки разбиты на части по причине проведения ранее капитального ремонта пути. Все участки характеризуются высокими показателями работы, основные эксплуатационные и технические характеристики участков представлены в таблице.

С ростом пропущенного тоннажа существенно ускоряется рост количества дефектности рельсов, а также, что для всех рассматриваемых участков фактический срок эксплуатации превышает нормативный. В связи с чем представляет практический интерес, оценка динамики роста одиночного выхода рельсов по причинам отказов (группы и коды дефектов) зависящим только от срока службы (пропущенного тоннажа).

Для более детального сравнения были выбраны 3 участка с различной категорией качества рельсовой стали – Т1, Я, ДТ-350 (Таблица).

**Таблица – Эксплуатационные и технические характеристики**

Номер участка	Год укладки	Пропущенный тоннаж, млн. т	Категория качества стали	Длина участка, км
1.1а	2000	1196,3	Т1	33
1.1б	2011	876	Т1	33
1.2а	2003	1227,1	Т1	30
1.2б	2014	530,5	ДТ-350	30
1.3а	2003	1013,1	Т1	12
1.3б	2012	760,3	Я	12
1.4а	1999	1173,5	Т1	49
1.4б	2008	986,8	ДТ-350	49
1.5	2005	1437,8	Т1	18

По результатам сравнения выхода рельсов от всех дефектов и выхода рельсов по причинам зависящим от срока службы (пропущенного тоннажа) [3, 4] были получены следующие уровни отказов рельсов:

- на участке 1.1б – 2,88 шт./км, а при учете дефектов рост которых зависит от пропущенного тоннажа – 1,32 шт./км, что составляет 46% от общего выхода рельсов;

- на участке 1.3б – 1,2 шт./км, а при учете дефектов рост которых зависит от пропущенного тоннажа – 0,65 шт./км, что составляет 54% от общего выхода рельсов;

- на участке 1.4б – 2 шт./км, а при учете дефектов рост которых зависит от пропущенного тоннажа – 0,88 шт./км, что составляет 44% от общего выхода рельсов.

Средний уровень доли отказов по дефектам зависящим от срока службы для всех участков близок и составляет около 48%.

### **Список литературы**

1. Величко Д.В., Шелеметьев Д.Г., Антерейкин Е.С., Николаенко А.А. Анализ технического состояния состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге // Вестник СГУПС. 2017. №3. – С. 5-11
2. Карпущенко Н.И., Величко Д.В. Проблемы рельсового хозяйства // Вестник СГУПС. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2006. Вып. 14. – С. 37-48
3. Величко Д.В., Севостьянов А.А. Основные причины отказов рельсов в процессе эксплуатации // Транспорт Урала. 2017. №2. – С. 51-54
4. Величко Д.В., Антерейкин Е.С., Севостьянов А.А. Оценка надежности рельсов в условиях Транссибирской магистрали // Вестник СГУПС. 2019. №1.– С. 5-11

## **ЭФФЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «ТОМСКАЯ СУДОХОДНАЯ КОМПАНИЯ»**

В.П. Носов, А.С. Домнин

Сибирский государственный университет водного транспорта  
uwt@nsawt.ru

*Акционерное общество «Томская судоходная компания» одно из успешных предприятий внутреннего водного транспорта. На сегодняшний день перед речным транспортом Российской Федерации стоит проблема по уменьшению объемов грузовых перевозок, что касается и АО «ТСК». Однако возможно эффективное экономическое решение по производству собственной продукции, а именно щебня восьми фракций и песка фракций от 0,5 до 50 мм. Эффективность в управлении ресурсами предприятия зависит в большинстве случаев от*

*кадровой структуры. Для АО «ТСК» необходимо расширять децентрализацию структурных подразделений для того, чтобы они справлялись быстрее со своими задачами. Это касается и службы перевозок, так как флот не исключает проблемы избыточного времени стояночных операций. Сокращение валовых норм обработки судов в первую очередь зависит от снижения стоянок.*

**Ключевые слова: акционерное общество, судоходная компания, децентрализация, валовые нормы, транспортный флот**

Для АО «ТСК» важна организация структурных подразделений, чтобы обеспечивать успешное выполнение необходимых задач. Важно учесть децентрализацию в работе отделов предприятия. Децентрализованные подразделения могут справиться эффективнее с какой либо задачей, чем линейные, где вся ответственность возложена только на одного человека.

К основным отделам относятся:

- Служба перевозок и движения флота (СП и ДФ);
- Верхне-Томский перегрузочный комплекс (ВТПК);
- Правобережный перегрузочный комплекс (ППК);
- Автотранспортный отдел (АТО).

Вспомогательные отделы включают:

- технический отдел;
- главного энергетика;
- отдел техносферной безопасности судоходства;
- таксирования;
- лаборатория качества;
- финансовый, планово-экономический, бухгалтерия;
- отдел кадров;
- юридический отдел, канцелярия и прочие отелы.

Перевозочные и перегрузочные процессы в АО «Томская судоходная компания» осуществляются под регулярным и непрерывным контролем диспетчерского аппарата - службы перевозок и движения флота.

Судоходной компании сложно добиться высоких экономических результатов без постоянного отслеживания перевозочной работы транспортного речного флота, без увеличения коэффициента использования грузовых судов «в ходу».

12 фракций песка – это уникальная продукция Томской судоходной компании. Преимущество продукции собственного производства в уникальности товара.

Следует учесть, что акционерное общество «Томская судоходная компания» заинтересована не только в грузовых перевозках. Помимо грузовых перевозок, занимается производством собственной продукции, а также осуществляет автомобильные перевозки и аренду собственного имущества.

Обширные виды деятельности, большое число транспортных средств характеризует АО «ТСК» не только как транспортное предприятие, но и как крупный логистический центр в Сибири.

## **РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННЫХ КОМПАНИЙ**

Е.С. Павская, Е.А. Меженова

Сибирский государственный университет путей сообщения  
elenamezhenova@mail.ru

*В работе определены основные показатели конкурентоспособности транспортных компаний, составлен их рейтинг, рассчитан критерий комплексности логистических услуг и потребительских предпочтений. Данная методика позволит оценить участников транспортного рынка.*

**Ключевые слова:** транспортно-экспедиционные компании, рейтинг, конкурентоспособность, общий рейтинговый балл

В настоящее время достаточно перспективным и бурно развивающимся видом услуг является сфера грузовых перевозок и связанная с ней транспортная экспедиция. Современные требования грузовладельцев, высокий уровень конкуренции и взаимоотношения с внешней средой вынуждают компании транспортной отрасли к поиску новых инструментов и путей развития, использованию новых подходов для привлечения и удержания клиентов. В последнее время эта проблема становится все более актуальной.

Разработка стратегических мероприятий развития транспортно-экспедиторских компаний представляет одну из наиболее сложных и интересных научных проблем.

Для разработки стратегических мероприятий развития ТЭК, построен рейтинг конкурентоспособности, который основывается на следующем алгоритме: построение системы критериев и показателей; выбор значений базовых показателей для сравнения; определение зависимости между значениями показателей и их оценками;

вычисление оценок отдельных показателей или их назначение в случае экспертного опроса; определение весов.

При расчете рейтинга транспортно-экспедиторских компаний удалось выявить систему показателей, которая отвечает следующим основным требованиям: отражает основные, определяющие особенности бизнеса транспортно-экспедиторских компаний; обладает иерархической структурой; дает возможность гибко менять конкретные показатели; допускает простые изменения значений тех или иных уже принятых показателей; дает возможность перехода от оценки отдельных показателей к итоговым оценкам по разделу и по всей системе в целом.

В результате произведен расчет по критерию комплексности логистических услуг; рассчитан критерий по позиции компании на рынке; расчет по критерию потребительских предпочтений в сфере грузоперевозок.

На основании произведённых расчетов предприятия могут разрабатывать стратегические мероприятия по повышению конкурентоспособности.

Рассчитав рейтинг транспортно-экспедиторских компаний и логистических операторов, можно принять правильное решение о выборе партнера, предоставляющего услуги по перевозке грузов.

Данная методика комплексной оценки позволяет всесторонне оценить каждого участника рынка грузоперевозок, выявить его конкурентные преимущества и определить его привлекательность с точки зрения заключения с ним контракта на перевозку или экспедирование грузов.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КУРСИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ**

А.С. Панькина, Р.В. Панк

Сибирский государственный университет путей сообщения  
gimmapank@mail.ru

*Рассмотрены принципы организации пассажирских перевозок. Выполнен анализ транспортной работы и анализ схем формирования пассажирских поездов. Даны предложения по повышению эффективности работы поездов.*

**Ключевые слова:** пассажирский поезд, пассажиропоток, использование вместимости поездов, схема формирования, беспересадочный вагон

В соответствии со стратегией развития АО «ФПК» выделяются следующие цели и задачи в секторе пассажирских перевозок: увеличение пассажирооборота во всех видах сообщений, приведение размеров движения в соответствии с объемами перевозок, рациональное использование подвижного состава, повышение доходности пассажирских перевозок, увеличение маршрутной скорости движения пассажирских поездов [1].

Для привлечения пассажиров на железнодорожный транспорт в настоящее время широко внедряется система динамического ценообразования. Основной принцип системы заключается в следующем: чем выше спрос и меньше мест, тем выше цена на билеты.

Существуют закономерности, которые влияют на стоимость проездного документа и объемы перевозок: время отправления/прибытия поезда, расположение места в вагоне, сезонность, день недели. Учитывая данный ряд закономерностей, пассажир может спланировать свою поездку.

На расходы, доходы от пассажирских перевозок оказывает влияние схема формирования и количество составов пассажирских поездов, условия проезда, качество обслуживания пассажиров и другие факторы.

Схема формирования поезда зависит от характера, мощности и дальности следования пассажиропотоков, расчетной массы и категории поездов, а также характеристики пунктов, между которыми осуществляется пассажирское сообщение [2].

Состав пассажирского поезда состоит из:

- ядра поезда (вагонов, закрепленных за данным составом, следующих только по маршруту следования поезда);
- факультативных вагонов (включаются в состав поезда в периоды возрастания пассажиропотока);
- беспересадочных вагонов (вагонов, следующих в составе нескольких поездов с переприцепкой по одной или нескольким станциям);
- прицепных вагонов (вагонов, следующих с пассажирским поездом до железнодорожной станции своего назначения, расположенной по маршруту следования пассажирского поезда).

В связи с выше приведенными положениями для оптимизации курсирования скорых поездов предлагается следующая схема формирования поезда №95/96 Барнаул – Москва: ядро – 3 плацкартных вагона, 3 купейных, 1 купейный вагон с радиоузлом, беспересадочные вагоны - 2 купейных и 2 плацкартных Бийск – Москва, беспересадочные вагоны – 2 плацкартных и 2 купейных Карасук – Москва. Итого

получается в составе поезда 15 вагонов. Расчеты показали, что рентабельность поезда будет увеличена на 15%.

Из анализа использования вместимости пассажирских поездов следует, что во многих поездах имеется большое количество свободных мест. Для улучшения использования подвижного состава предлагается объединить поезд №143/144 Новосибирск – Барнаул с поездом №613/614 Барнаул - Карасук. Альтернативой будет поезд №613/614\* Новосибирск - Барнаул – Карасук (13 вагонов). Разработаны схематические графики движения поездов и оборота их составов, рассчитаны основные показатели графиков. Расчеты показали, что число эксплуатируемых пассажирских вагонов сократится на 6 вагонов, количество составов - на 1 и значительно сократятся текущие затраты на перевозку, уменьшится плата за услуги по использованию инфраструктуры [3].

Таким образом, предложен ряд мероприятий, которые позволят повысить эффективность железнодорожных пассажирских перевозок, получить полносоставный пассажирский поезд.

### **Список литературы**

1. ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://rzd.ru/>.
2. Организация пассажирских перевозок: учебник / Под ред. А.Г. Котенко и Е.А. Макаровой. – М.: УМЦ ЖДТ, 2017. - 136 с.
3. Методика оценки экономической эффективности пассажирских поездов дальнего следования в условиях функционирования АО «ФПК» – М, 2012. – 99 с.

## **КОЭФФИЦИЕНТЫ СЪЁМА ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Л.Е. Пилипушка, В.С. Рябов, Е.В. Климова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
[kate-kitton@yandex.ru](mailto:kate-kitton@yandex.ru)

*В работе рассмотрен вопрос определения коэффициента съема грузовых поездов на полигонах обращения соединенных поездов. Используются аналитический и графический способы.*

**Ключевые слова:** коэффициент съема, соединенный поезд, пропускная способность, графический метод

В связи с возрастающим объёмом перевозок грузов перед железнодорожным транспортом возникает задача выбора мер, позволяющих освоить прогнозируемые размеры движения. Технология формирования и пропуска соединённых грузовых поездов позволяет сократить потребные размеры движения на участках железной дороги, а также уменьшить значение коэффициента заполнения пропускной способности.

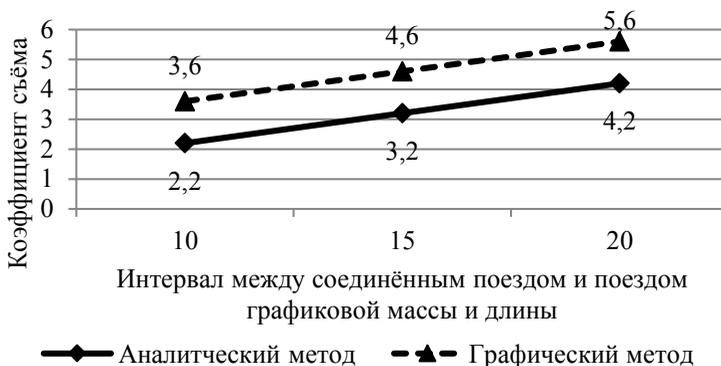
Для оценки потребной пропускной способности на участках обращения соединённых поездов необходимо знать не только размеры движения, но и значения коэффициента съёма грузовых поездов поездами других категорий (пассажирскими, соединёнными и т.д.). В действующих инструкциях и методиках имеются формулы, позволяющие рассчитать коэффициенты съёма за исключением соединённых поездов [2, 3]. Таким образом, дать объективную оценку коэффициенту заполнения пропускной способности на участках, где осуществляется пропуск соединённых поездов, невозможно. В связи с этим, вопрос определения коэффициента съёма грузовых поездов соединёнными является актуальным.

Кроме аналитического способа расчёта коэффициента съёма с помощью формул существует графический, который предполагает построение фрагмента графика движения с нанесением на него линий хода грузовых поездов графической массы и длины, а также поездов других категорий. Этот метод является достаточно трудоёмким, особенно на линиях с интенсивным движением, однако позволяет учитывать все особенности организации движения поездов на участке.

При определении коэффициента съёма грузовых поездов графической массы и длины соединёнными поездами необходимо учитывать некоторые особенности, такие как обеспечение безостановочного пропуска соединённого поезда по участку между станциями, на которых осуществляется смена локомотивных бригад и поездных локомотивов, до и после проследования соединённого поезда разрешается пропуск только грузовых поездов графической массы и длины из-за ограничений по системе энергоснабжения.

Анализируя эти условия, можно сделать вывод о том, что условия пропуска соединённых поездов похожи с порядком пропуска пассажирских, следовательно, коэффициент съёма грузовых поездов графической массы и длины соединёнными поездами можно определить по формулам для пассажирских.

Результаты расчёта значений коэффициентов съёма для условного участка аналитическим и графическим способами представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Результаты расчёта коэффициента съёма**

Таким образом, результаты расчёта показали, что значения коэффициента съёма, полученные с помощью аналитического и графического способов, отличаются. При этом, стоит отметить, что последний является наиболее точным, т.к. позволяет учесть особенности организации движения на участке в условиях формирования соединённых поездов.

### Список литературы

1. Климова, Е.В. Исследование сфер эффективности применения технологии пропуска соединённых и тяжеловесных поездов [Текст] / Е.В. Климова // Вестник СГУПС, 2017. – № 4. – С. 66 – 74.
2. Инструкция по расчёту наличной пропускной способности железных дорог: утв. ОАО «РЖД» 10.11.2010 [Текст]. – М., 2011. – 289 с.
3. Методика определения пропускной и провозной способности инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования: утв. Минтранс России 18.06.2018 №266 [Текст]. – М., 2018. – 40 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНОЙ БРИГАДЫ

Д.Г. Тарасова, С.М. Силишева, С.В. Богданович  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
s.v.bogdanovich@mail.ru

*В работе рассматриваются варианты изменения технологии приема-сдачи локомотива поездной бригадой на станции основного (оборотного) депо с вводом экипировочно-маневровой бригады.*

**Ключевые слова:** локомотивное хозяйство, основное депо, оборотное депо, локомотивная бригада, экипировочно-маневровая бригада

В современных условиях работы железнодорожного транспорта, в том числе с перспективным ростом размеров тяжеловесного движения, возможны изменения в управлении организацией работы локомотивного хозяйства [1]. Одним из инновационных направлений в текущих условиях эксплуатационной работы является удлинение плеч обслуживания локомотивными бригадами, а также увеличение участков обращения локомотивов. В настоящее время возникают проблемы с рациональным использованием рабочего времени локомотивных бригад, это связано с поиском новых технологических решений в организации обслуживания локомотивов. [2]

Одним из решений проблемы может стать ввод экипировочно-маневровой бригады на станциях основного (оборотного) депо для сокращения времени на подготовительно - заключительные операции в общем обороте локомотивной бригады [3].

Экипировочно-маневровая бригада – это инженерно-техническая группа работников, на которую возлагается обязанность обслуживания локомотива в депо станции, в том числе передислокация локомотива с деповских путей на станционные пути и обратно.

В обязанности экипировочно-маневровой бригады входит:

- 1) прием электровоза у поездной бригады на станционных путях;
- 2) передислокация локомотива со станционных на тракционные пути в депо;
- 3) окончание выполнения цикловых работ по ТО-1 и перестановка локомотивов на ремонтные позиции;
- 4) уборка локомотива с ремонтных позиций, проведение испытаний локомотива, маневровые передвижения на пути отстоя локомотивов, обеспечение локомотива бортовым журналом технического состояния и переносным исправным инструментом, оформление акта приемки локомотива в эксплуатацию;

- 5) прием локомотива на тракционных путях депо;
- 6) передислокация локомотива с тракционных путей депо на станционные пути, прицепка локомотива к составу с выполнением всех операций для сдачи поездной бригаде грузового движения;
- 7) приемка на станции локомотивов с транзитными поездами у поездных бригад грузового движения, простаивающих в ожидании ниток отправления.

Для участка обслуживания определяется время оборота локомотивных бригад при различных вариантах приема-сдачи локомотива: на станционных путях экипировочно-маневровой бригаде или непосредственно на деповских путях основного или оборотного депо. Данные варианты будут различаться затратами времени на подготовительно-заключительные операции, а следовательно, общим бюджетом времени оборота локомотивной бригады.

На основании выполненных расчетов возможных вариантов обслуживания можно сделать вывод о том, что локомотивная бригада затрачивает значительное время на прием и сдачу локомотива на деповских путях. Ввод экипировочно-маневровой бригады позволит сократить это время за счет приемки-сдачи локомотива поездной бригадой на станционных путях в среднем от 45 минут до 1 часа 40 минут. В результате изменения технологии приема-сдачи локомотива значительно изменятся эксплуатационные показатели работы: сократится время

оборота локомотивной бригады, и, как следствие, увеличится число поездок в месяц, месячная норма выработки локомотиво-километров, повысится коэффициент полезной работы, т.к. будут исключены непроизводительные простои поездной бригады в депо и на станционных путях в ожидании отправления.

### **Список литературы**

1. Косенко С.А., Богданович С.В., Акимов С.С. Проектирование путевого развития станций и выбор конструкций верхнего строения пути для тяжеловесного движения поездов // Вестник СГУПС. № 4 (47), 2018. С. 21-29.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 24.10.13 № 2274-р «О совершенствовании технологии управления тяговыми ресурсами на Урало-Сибирском полигоне» [Текст]. – М., 2013. – 51 с.
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от 04.05.12 № 885 «Об утверждении Методических указаний по проектированию нормативов подготовительно-заключительного, вспомогательного времени и норм времени на оборот по участкам обслуживания локомотивных бригад ОАО «РЖД» [Текст]. – М., 2012. – 94 с.

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ ПЕРЕВАЛКИ УГЛЯ В МУРМАНСКОМ ПОРТУ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Д.А. Фоменкова, М.В. Ларченко, Е.С. Жендарева  
Сибирский государственный университет водного транспорта  
[e.s.zhendareva@nsawt.ru](mailto:e.s.zhendareva@nsawt.ru)

*В данном проекте были рассмотрены действующие схемы механизации перевалки угля в Мурманском морском торговом порту, которые негативно влияют на экологию региона, жизнь и здоровье горожан. Проанализировано влияние действующей схемы перевалки угля на экологию. Выбрана оптимальная схема перевалки угля и экологические средства защиты, снижающие вредное воздействие производств.*

**Ключевые слова:** морской порт, схема механизации, экология

В условиях крупного предприятия, такого как морской торговый порт, находящегося непосредственно в черте города, на повестке дня возникают острые вопросы оптимизации схем работы порта и экологической безопасности. В мурманском морском торговом порту осуществляется перевалка большой номенклатуры грузов, но основную часть составляют навалочные грузы: уголь, марганцевая руда, железорудный концентрат, железные окатыши. Все эти грузы в той или иной степени влияют на экологию города, что неприемлемо в условиях современного производства. Настоящие схемы перевалки угля зачастую не соответствуют нормам экологической безопасности и условиям быстрой обработки вагонов и судов, которые порт ставит перед собой.

В нашей работе была проанализирована работа порта и выявлены факторы, которые негативно влияют на экологическую обстановку города. На основе анализа, нами были разработаны новые схемы перевалки угля и схемы внедрения и размещения средств экологической безопасности, отвечающие техническим и экологическим требованиям.

### Список литературы

1. Лештаев А.А. Экологические проблемы Мурманской области [Элек-

тронный ресурс] Режим доступа – <http://geoecko.mrsu.ru/2008-2/pdf/18-Leshtaev.pdf>

2. Турищев Ю.В. Техничко-экономическое обоснование схем механизации и технологии перегрузки грузов: Учебное пособие/ Ю.В. Турищев – Новосибирск: Новосиб.гос.акад.вод.трансп., 2008 – 141 с

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ В ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИНТЕРВАЛ**

Д.В. Черникова, В.Ю. Игнатиюгин  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
forto@ngs.ru

*Рассмотрены вопросы технологий применения устройств для нагрева рельсовых плетей для введения их в температурный интервал.*

**Ключевые слова:** рельс, бесстыковой путь, нагрев, температурный интервал

При эксплуатации бесстыкового пути существует проблема компенсации температурного расширения рельсовых плетей, это приводит к возникновению избыточных напряжений, которые нередко становятся причиной выброса рельсошпальной решётки.

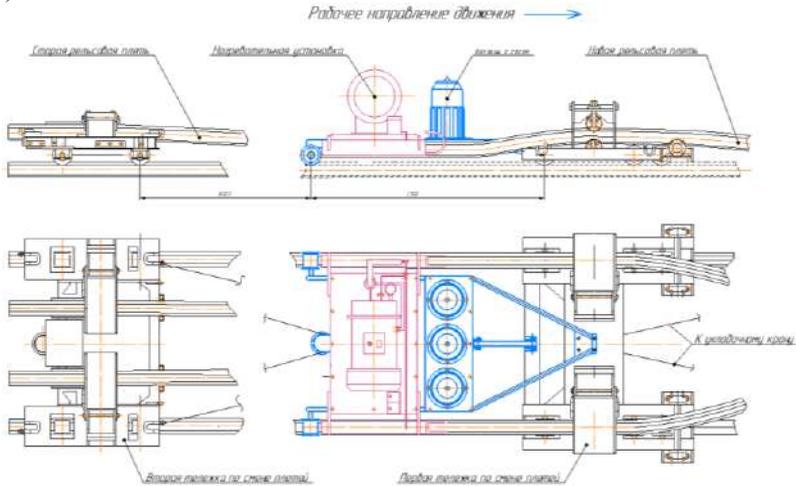
Для предотвращения таких аварийно-опасных ситуаций сезонно проводятся работы по снятию температурных напряжений в рельсовых плетях с использованием различных нагревательных установок и (или) гидравлического натяжного устройства.

Существуют различные технологии для введения рельсовых плетей в температурный интервал. Это нагрев с использованием пламени газовой горелки, токов высокой частоты. При всей простоте, эти методы имеют ряд существенных недостатков. Основной недостаток газовой горелки заключается в воздействии пламени на резиновые элементы креплений, что приводит к выходу их из строя. Второй метод требует использования генераторов большой мощности.

В настоящее время разрабатывается технология нагрева рельсовых плетей с применением инновационной установки использующей в качестве источника тепла перегретый пар.

Данная установка компактна, обладает небольшой массой и габаритами, что позволило установить её на оборудовании для смены рельсовых плетей, используемом на Западно-Сибирской железной дороге.

Предложено две технологии. Первая заключается в размещении нагревательного оборудования на дополнительной раме, упруго соединённой с тележкой, укладывающей новые плети в путь (Рисунок 1).

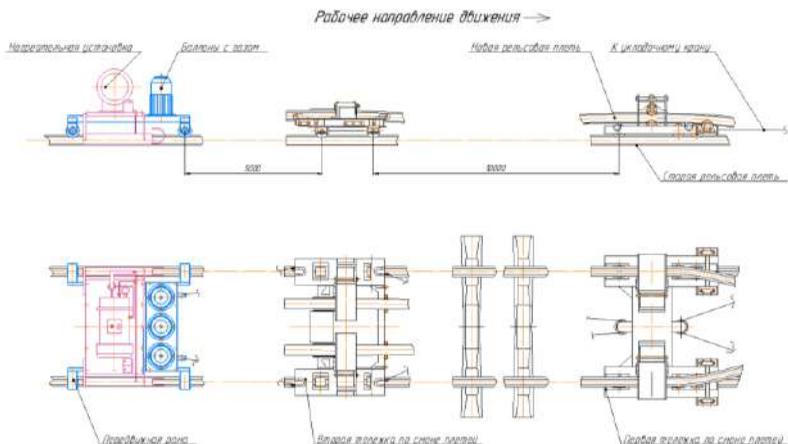


**Рисунок 1 – Схема размещения нагревательной установки на первой тележке (первая технология)**

Преимуществом данного варианта является полный обхват рельса нагревательным кожухом. Основным недостатком – удалённость места нагрева от места закрепления рельса, что требует более высокой температуры его нагрева и контроля остывания.

Вторая технология работы с инновационной установкой заключается в размещении её на дополнительной тележке, которая соединяется гибкой тягой со второй тележкой, укладывающей старогодние рельсовые плети во внутрь колеи (Рисунок 2).

К недостаткам такого способа нагрева относится необходимость использования нагревательных кожухов не охватывающих подошву рельса, что вызывает неравномерность его прогрева. К достоинствам относится возможность закрепления рельсовой плети сразу после прохождения нагревательных кожухов.



**Рисунок 2 – Схема размещения нагревательной установки на дополнительной тележке (вторая технология)**

Эффективность предложенных технологий нагрева рельсовых плетей будет оценена после проведения полевых испытаний.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ БУХТОДЕРЖАТЕЛЯ ЛИНИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ**

А.М. Щеголихин, Р.К. Коваленко

Сибирский государственный университет путей сообщения  
kovalenkork@gmail.com

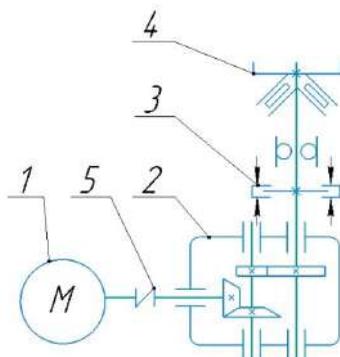
*Работа посвящена разработке привода бухтодержателя линии автоматической сварки WL—2000.*

**Ключевые слова:** бухтодержатель, линия сварки, привод

Расширение строительного рынка приводит и к расширению рынка сварных конструкций, а, следовательно, и к появлению новых методов и способов производства этих сварных конструкций. С целью повышения качества и производительности процесса изготовления сварных конструкций все шире происходит применение линий автоматической сварки.

В работе производился анализ, применяемой на предприятии ООО «СЦКА». НПО «Ростройтех», линии контактной автоматической сварки модели WL—2000. По итогам анализа в данной линии был выявлен основной недостаток — стационарный бухтодержатель. В ходе эксплуатации стационарного бухтодержателя были выявлены следующие недостатки: снижение производительности линии контактной автоматической сварки серии WL из-за недостаточной скорости вращения стационарного бухтодержателя. Запутывание проволоки в бухте. При начале использования новой бухты присутствует инерция вращения бухты, которая приводит к чрезмерной размотки проволоки с бухты. Для устранения вышеперечисленных недостатков, выявленных в ходе эксплуатации линии WL—2000, было принято решение оснастить стационарный бухтодержатель приводом.

На рисунке 1 представлена кинематическая схема разрабатываемого привода. В процессе разработки приводного бухтодержателя на начальном этапе проектирования было принято решение для обеспечения вращения бухты сконструировать привод, включающий в себя следующие элементы: асинхронный трехфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, коническо-цилиндрический редуктор, в случае наличия мотор-редуктора, удовлетворяющего необходимым скоростным и силовым параметрам, использовать мотор-редуктор, для остановки размотки бухты в момент отруба прутка предусмотреть в конструкции привода наличие тормоза.



1 – электродвигатель, 2 – редуктор, 3 – тормоз, 4 – корзина для бухты

**Рисунок 1- Кинематическая схема привода бухтодержателя**

Так как бухтодержатель надо мгновенно остановить в момент отруба прутка, то принято решение обеспечить привод дисковым тормозом из-за его достоинств (эффективность торможения легкость монтажа и замены). Для упрощения конструкции принят суппорт тормозной от ГАЗ 3302 и проверен по допускаемому давлению на фрикционную накладку.

Также была разработана система управления, состоящая из рычага пневмоцилиндра, частотного преобразователя и герконового датчика. При уменьшении диаметра бухты происходит снижение линейной скорости смотки проволоки. При падении линейной скорости, возрастает усилие необходимое на смотку проволоки с бухты. Возникающая сила задавливает шток пневмоцилиндра, преодолевая давление в одной из полостей цилиндра. Перемещение штока пневмоцилиндра фиксируется герковым датчиком. Когда усилие, на сматывание проволоки возрастет выше чем давление в настройке пневмоцилиндра, шток цилиндра перейдет из одного крайнего положения в другое. Перемещение будет зафиксировано датчиком. И произойдет переключение двигателя на повышенную частоту вращения.

Затраты на модернизацию стационарного бухтодержателя до приводного составили 163839 руб., срок окупаемости 84 дня.

### **Список литературы**

1. Сборник технических решений для арматурного цеха: Каталог продукции / СЦКА. Новосибирск, 2019. 19 с.
2. Многоточечная установка для контактной сварки WL — 2000: Руководство по эксплуатации / СЦКА. Новосибирск, 2018. 131 с.
3. Оборудование для обработки проволоки и арматуры: сайт. Режим доступа: [www/rosstroytech.ru](http://www/rosstroytech.ru) (дата обращения: 02.04.2019).

# СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО АРМИРОВАНИЯ ОСНОВАНИЙ СООРУЖЕНИЙ НА ИХ ОСАДКУ

А.С. Акилина, Д.С. Галтер, К.В. Королев  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
korolev\_kv@mail.ru

*В работе приведены основные положения практического метода расчета оснований, армированных вертикальными жесткими элементами. Метод основан на решении дифференциального уравнения одномерной задачи теории В.Г. Федоровского с граничными условиями, определяющими переход выше- и нижележащих грунтов в состояние предельного равновесия. В рамках изложенной методики были проведены расчеты, в результате которых были получены зависимости осадки грунта основания в пределах армоэлемента.*

**Ключевые слова:** фундаменты на просадочных основаниях, определение осадки основания, вертикальное армирование грунтов

В практике современного строительства в городских условиях, где основания строящихся сооружений представлены в основном слабыми просадочными обводненными грунтами, все чаще находит применение такой способ усиления грунтовых оснований – вертикальное армирование, отличительным конструктивным признаком которого является полное отсутствие контакта верха армоэлемента с подошвой фундаментной плиты и устройство промежуточной грунтовой подушки между ними.

Главным принципом работы вертикального армирования является разгрузка грунта в пределах армоэлемента за счет передачи усилий с грунта на армоэлемент касательными напряжениями по границе «армоэлемент-грунт». При этом для достижения максимальной выработки ресурса армирования грунта необходимо выполнение условия достижения выше- нижележащим грунтом предельного состояния, при котором происходит их «протыкание» торцами армоэлемента. При выполнении этого условия грунт по боковой поверхности армоэлемента максимально включается в работу [1].

К применению в данной работе была принята инженерная методика расчета вертикально армированных оснований, основанная на положениях общей теории вертикально армированных грунтовых массивов В.Г. Федоровского [2; 3].

Полученное основное уравнение деформирования грунта при вертикальном армировании имеет вид:

$$w'' + \frac{2}{\pi} \frac{w \psi \xi}{EA} \cdot [Ew' - \beta(\gamma \cdot z + \sigma_{g0})] \cdot \arctg[G_k(z) \cdot w] = 0 \quad (1)$$

В дальнейшем вычисляется осадка грунта в пределах армоэлемента по формуле (2).

$$s = \frac{\beta}{E} \int_0^l \sigma_p dz \quad (2)$$

В рамках проведенной работы были проведены расчеты с использованием приведенной методики с целью выявления зависимости осадки грунта в пределах армоэлемента от принимаемых значений параметров армирования.

Вертикальное армирование показало свою эффективность в практическом применении, а результаты проведенного исследования также показали преимущество данного метода усиления грунта основания перед наиболее распространенным свайным основанием.

### Список литературы

1. Караулов А.М. Несущая способность оснований осесимметричных фундаментов. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2002. – 104 с.
2. Королев К.В., Караулов А.М., Галтер Д.С. Инженерная методика расчета вертикально армированных оснований // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2017. - №9 (705). – С. 101-108.
3. Федоровский В.Г., Безволев С.Г. Метод расчета свайных полей и других вертикально армированных грунтовых массивов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1994. – №3. – С.11-15.

## МЕХАНИЗМ КОРРОЗИИ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ

Е.В. Артюхова, А.А. Бегунович., С.А. Шахов  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
*lni@stu.ru*

*На примере тротуарной плитки установлено, что применение противогололедного реагента приводит к усилению химической коррозии третьего вида.*

**Ключевые слова:** реагент, коррозия, гололед, бетон.

Гололед – одна из самых актуальных проблем зимнего сезона, которая влечет за собой не только повышенный риск травматизма, но и огромные убытки. К числу современных методов борьбы с этим явлением относится использование антигололедных реагентов различных марок и производителей. Антигололедные реагенты, как правило, это хлориды металлов, таких как натрий, магний, кальций. В настоящее время к антигололедным реагентам предъявляются достаточно серьезные требования, связанные не только с эффективностью материалов, но и с их безопасностью.

Цель работы: установить механизм коррозии при воздействии противогололедного реагента.

Объект исследования: образцы тротуарных плиток, отобранные в г. Новосибирске.

Задачи:

- изучить состав противогололедного реагента марки «Л100»;
- установить факторы, способствующие коррозии тротуарной плитки при использовании противогололедного реагента.

С использованием метода капиллярного электрофореза установлен элементный состав рассола противогололедного реагента (таблица 1) и содержание этих ионов в тротуарной плитке (таблица 2).

**Таблица 1 – Элементный состав рассола противогололедного реагента «Ледоруб»**

Ион	г/кг
Натрий	132
Магний	0,11
Кальций	24,6
Хлорид	29,4
Сульфат	1,4

**Таблица 2 – Содержание ионов в образце, мг/кг**

Ион	Новая плитка	Плитка б/у
Натрий	1285.849	3416.412
Кальций	780.896	3190.521
Хлорид	962.3081	621.4573
Сульфат	216.0024	30.22314

Анализ полученных результатов показал, что вследствие применения противогололёдного реагента будут существенно активированы процессы коррозии. Механизм коррозии связан с возникающими вследствие кристаллизации в порах бетона солей, содержащихся в агрессивной среде, внутренними напряжениями. При этом наиболее опасна для стойкости бетона не просто кристаллизация соли, а кристаллизация при температуре выше температуры точки фазового перехода.

Таким образом, кристаллизация солей с участием, выявленных в составе рассола элементов и соединений в порах бетона, будет способствовать развитию хлоридной и сульфатной коррозии, а также реакции щелочей цементного камня с составляющими заполнителя.

### **Список литературы**

1. Стародубов А. Г. Эколого-гигиеническая оценка опасности антигололедных реагентов/ А.Г. Стародубов, С.Б. Чудакова // Сборник докладов 4-ого Международного конгресса по управлению отходами, 2005. – С. 20-32.
2. Базанов С.М. Система этрингит – таумасит: отличительные черты разрушения бетона/С.М. Базанов, М.В. Торопова // Популярное бетоноведение. 2005. №5 (7). – С.111
3. Шахов С. А. Коррозия цементного камня/ С.А. Шахов, Н.Ю. Николаев– Новосибирск:, Изд-во СГУПС, 2016. - 48 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СОВМЕЩЕННЫХ МОСТОВ В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОСТАНОВКЕ

С.А. Бахтин, К.М. Чирва

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
bsal@stu.ru

*В данной статье рассматриваются особенности расчета совмещенного моста. Основной проблемой при расчете являются две одновременно действующие временные подвижные нагрузки. Для решения этого вопроса в программе Midas Civil 2018 составлена и рассчитана модель пролетного строения. В результате расчетов выявлена наиболее опасная нагрузка для большинства элементов совмещенного моста.*

**Ключевые слова:** совмещенный мост, пространственная модель, расчет моста, MidasCivil.

В настоящее время значительное внимание уделяется развитию сети постоянных путей сообщения – автомобильных и железных дорог. Поэтому одной из сложнейших задач является пересечение крупных водных преград данными магистралями. В частности, в настоящее время стоит вопрос о сооружении мостовых переходов через реку Лена около г. Якутска и пролив Невельского на остров Сахалин.

Наиболее предпочтительной конструкцией мостового перехода в таких условиях является совмещенный двухъярусный мост. В связи с этим в данной работе предлагается рассмотреть и проанализировать основные проблемы и особенности расчета совмещенного моста.

Главной особенностью такой конструкции является одновременное воздействие двух видов нагрузок – автодорожной АК и железнодорожной СК, исходя из этого, возникает проблема определения наиболее опасного сочетания нагрузок. Необходимо рассмотреть и сравнить два сочетания нагрузок: 1) железнодорожная нагрузка СК принимается в полном объеме, а для автомобильной нагрузки АК вводится понижающий коэффициент  $s_2$ , который при длине загрузки более 100 м равен константе: 0,8; 2) автомобильная нагрузка АК принимается в полном объеме, а для железнодорожной нагрузки СК вводится понижающий коэффициент  $s_2$ .

В данной работе для примера рассматривался проект совмещенного моста через р. Лена около г. Якутска. Неразрезные пролетные строения, с уровнями проезда по ортотропным плитам для автодорожного движения и по сплошным балкам железнодорожного движения,

представляют собой металлические фермы с треугольной решеткой. Длина пролета фермы составляет 220 м, высота фермы 20 м, длина панели 11 м.

Существует два варианта расчета таких пролетных строений в программном комплексе: моделирование и загрузка плоской фермы, либо пространственной. Так как в рассматриваемом случае нагрузки распределяются несимметрично, было принято решение рассматривать пространственную конструкцию фермы. Для этого была выполнена пространственная модель неразрезного пролетного строения из балочных элементов в программном комплексе, реализующем метод конечных элементов -MidasCivil 2018. К модели были приложены соответствующие постоянные и временные нагрузки в соответствии с рассмотренными выше сочетаниями двух временных нагрузок.

Исходя из полученных эпюр усилий, были выбраны наиболее нагруженные узлы фермы (Рисунок 1) – узлы у средней опоры неразрезной фермы (B20, H20) и узлы в середине пролета (B9, H10), от различных сочетаний временной нагрузки. Усилия в элементах представлены в таблице (Таблица 1).



**Рисунок 1 – Наиболее нагруженные узлы фермы**

**Таблица 1 – Усилия в элементах наиболее нагруженных узлов**

Элемент	Усилие для расчета на прочность, кН	
	1 сочетание	2 сочетание
H19-H20	-32 128	-31 551
B20-H20	-2 433	-2 389
H20-H21	-31 837	-31 541

Полученные результаты расчетов пролетного строения совмещенного моста выявили, что для большинства элементов наиболее опасным будет первое сочетание нагрузок: железнодорожная нагрузка СК - в полном объеме, а для автомобильной нагрузки АК вводится понижающий коэффициент.

### Список литературы

- СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-85 (с Изменением №1)

## РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

А.С. Бобровская, М.М. Титов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
agd\_tmm48@mail.ru

*Проводится обзор понятия «надежность» и компонентов его составляющих, рассматриваются вопросы методов оценки надежности технологических процессов при бетонировании конструкций в зимнее время. Проведен анализ зависимости процента надежности технологического процесса от полноты соблюдения состава операций.*

**Ключевые слова:** понятие надежности, монолитное строительство, нормативная литература, железобетонные конструкции, способы оценки надежности.

Монолитное строительство набирает все большую популярность при возведении зданий и сооружений, как в России, так и по всему миру. Так, в первую очередь, конструкции из монолитного железобетона должны отвечать требованиям по прочности и надежности [1].

Вопрос повышения надежности технологических процессов должен стоять одним из первых в строительстве. Любое здание или сооружение должно отвечать определенным требованиям (техническим, экономическим, экологическим и т.п.). Поэтому о состоянии уже существующего объекта можно судить по тому, насколько он соответствует предъявляемым к нему требованиям. В основе такой оценки лежит теория надежности.

Когда речь идет о надежности технологического процесса, понятно, что наиболее важным является соблюдение самой технологии, поэтому мы будем идти путем обеспечения надежности через соблюдение технологии, и чем точнее мы соблюдаем технологию, тем надежнее будет наша конструкция, забетонированная в зимних условиях.

Гипотеза: надежность технологического процесса функционально связана с точностью и полнотой следования фундаментальным законам природы в каждой операции путем соблюдения положенного (предложенного) состава операций.

Задача: связать функционально (т.е. количественно) соблюдение технологических процессов с процентом надежности.

Процент надежности технологического процесса (R) можно определить, как некое среднее значение из надежности каждой операции (как средневзвешенная величина):

$$R = \frac{\sum P_i \cdot B}{\sum P_i}$$

где  $P_i$  – усредненная экспертная оценка удельного веса каждой отдельно взятой операции, д.е;

$B$  – полнота соблюдения состава операции, %.

Для разрешения проблемы определения надежности монолитного строительства поставлена задача разработать методику оценки, управления и повышения технологической надежности монолитного строительства в зимних условиях. Разработанная методика позволит определять надежность строительного объекта, как на этапе строительства, так и по завершению всех строительных работ.

### Список литературы

1. НСР ЕН 1990-2011 ЕВРОКОД 0: Основы проектирования сооружений // srogen.ru URL: [https://www.srogen.ru/upload/files/doc/proekt\\_snip/15\\_EN\\_1990.pdf](https://www.srogen.ru/upload/files/doc/proekt_snip/15_EN_1990.pdf) (дата обращения: 01.07.2019).
2. ЕН 206-1. БЕТОН Часть 1: Общие технические требования, производство и контроль качества // stroytec.ru URL: [https://stroytec.ru/uploads/gost/beton/EN\\_206-1.pdf](https://stroytec.ru/uploads/gost/beton/EN_206-1.pdf) (дата обращения: 01.07.2019).
3. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения, М.: Стандартинформ, 2015. – 28 с.
4. Рекомендации по обеспечению долговечности и надежности строительных конструкций гражданских зданий из камня и бетона с помощью композиционных материалов / НИЛЭП ОИСИ. - М.: Стройиздат, 1988. - 160 с.
5. ГОСТ 12730.0-78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости. - М.: Стандартинформ, 2007. - 3 с.
6. ГОСТ 18105-2010. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. - М.: Стандартинформ, 2012. - 16 с.
7. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. - М.: Стандартинформ, 2014. - 44 с.
8. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. - М.: Стандартинформ, 2015. - 16 с.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУКОЛЬНЫХ ТЕАТРОВ

А.В. Голдаева, К.Ф. Мандеш, Н.С. Пичкурова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
nataliapich@mail.ru

*Проектирование кукольных театров направлено на просвещение и приобщение детей к театральному искусству, развитие художественных навыков и умений, совершенствование речи, а также на воспитание социально-адаптированного человека. В работе рассмотрены особенности проектирования кукольных театров, проанализированы примеры российских и зарубежных конструктивных и архитектурных решений, найдены экологически чистые и безопасные материалы для внешней и внутренней отделки здания.*

**Ключевые слова:** кукольный театр, фасад, интерьер, современные строительные материалы

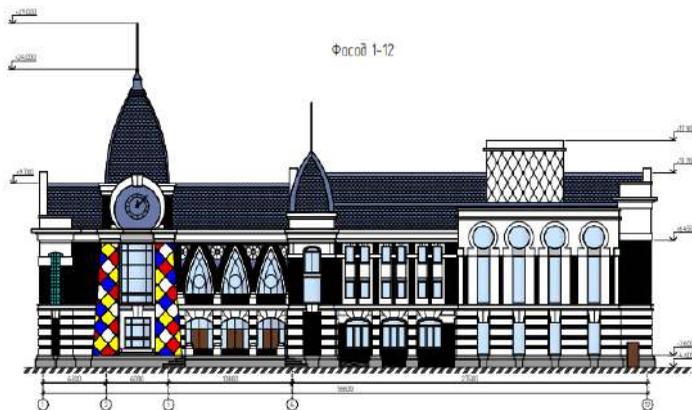
Театр кукол – это сказочный вид искусства, в котором внешность и все действия персонажей обозначаются куклами. Именно он оказывает большую роль в формировании личности человека, сочетая в себе различные эмоции, яркость, динамику и воздействие на зрителя. С раннего возраста внимание ребенка привлекает данный вид театра и открывает большие возможности для дальнейшего развития.

Образ сказки дает возможность создать в определенном помещении совершенно другой мир. Интерьеры кукольного театра должны помочь ощутить атмосферу места. Это позволяет заинтересовать детей спектаклем. В интерьере театра приветствуется наличие игровых зон и интерактивных помещений.

Проанализировав различные виды и типы действующих кукольных театров, можно убедиться в том, что интерьерные решения играют не последнюю роль в создании сказочного образа. Они должны основываться, в первую очередь, на особенностях восприятия окружающего мира глазами ребенка, помогать ему познать мир через игровую деятельность. Такие приемы позволяют погрузить маленьких зрителей в атмосферу волшебства.

Современные материалы, применяемые для оформления интерьера зданий театра кукол, должны быть экологичными и безопасными. К таким материалам, применяемым для внутренней и внешней отделки здания относят: гипс, бетон, стеклофибробетон, искусственный камень, пенополиуретан.

В дальнейшем мы бы хотели запроектировать кукольный театр в железобетонном исполнении в городе Новосибирске, стараясь создать яркий архитектурный образ нового здания, использовать при строительстве экологически чистые материалы. А также максимально органично вписать его в планировку исторического квартала города, оживить и преобразовать в лучшую сторону, организовывая комфортную атмосферу для посетителей. На рисунке 1 представлено вариантное решение фасада здания театра кукол.



**Рисунок 1 – Вариант фасада здания театра кукол**

### **Список литературы**

1. Барахин, Г. Б., Архитектура театра: учебник для вузов. – М.: Издательство академии архитектуры СССР, 1947. – 248 с.
2. СП 118.13330.2012\*. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – М.: Минстрой России, 2014.
3. СП 309.1325800.2017. Здания театрально-зрелищные. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М., 2017. – 77 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И ВЕСОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Е.О. Иванов, А.Н. Яшнов  
СГУПС  
yan@stu.ru

*В докладе представлены исследования, выполненные для решетчатого пролетного строения длиной 126 м, в рамках создания пилотного проекта системы мониторинга технического состояния. Представлена технология определения типа и весовых характеристик подвижного состава непосредственно на решетчатом пролетном строении. Показаны основные характеристики, которые можно определять, используя данную методику.*

**Ключевые слова:** система мониторинга, железнодорожный мост, напряженно-деформированное состояние, подвижной состав.

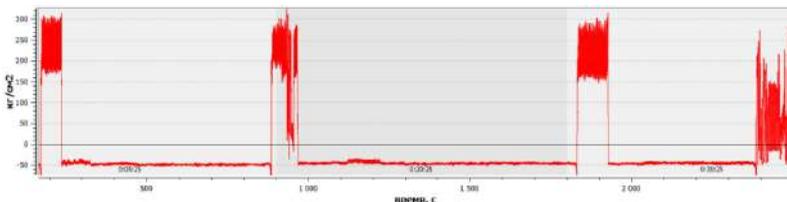
В рамках реализации систем мониторинга на железнодорожных мостах проблемой является технология определения типа и весовых характеристик подвижного состава. Область применения исследования – содержание искусственных сооружений на железных дорогах. Объект исследования – методика определения характеристик подвижного состава непосредственно на решетчатом пролетном строении.

По полученным данным о подвижном составе можно оценивать значения напряжений, возникающих в контрольных элементах системы мониторинга, по которым определяется изменение технического состояния пролетного строения [1].

Для определения характеристик подвижного состава необходимо установить датчики измерения напряжений (тензодатчики) на элемент, работающий на местную нагрузку (подвеска или поперечная балка).

Нами были проведены исследования для решетчатого пролетного строения длиной 126 м.

На подвеске 1'-1 данного пролетного строения на оси элемента был установлен тензодатчик. По его показаниям построены графики изменений напряжений в элементе по времени от проходящих составов с помощью специализированного программного обеспечения Тензор МС. Вид графика представлен на рисунке 1. Всплески напряжений на нём указывают на прохождения составов в пределах панелей пролетного строения, граничащих с данной подвеской.



**Рисунок 1 – Часть графика напряжений в подвеске 1-1'**

Рассматривая каждый отдельный подвижной состав можно определить напряжения, возникающие от локомотива и вагонов, а также время прохождения состава. Для каждого из проходящих составов можно отдельно выделить напряжения от локомотивов (первые 2-3 скачка напряжений) и от вагонов.

Полученные результаты заносятся в таблицу, формируя большую базу данных для системы мониторинга.

Анализируя полученные результаты, были определены типы проходящих составов (груженный, разногруженный, порожний, одиночный локомотив).

Также на графиках встречаются два вида локомотивов (с двумя пиками напряжений и с тремя пиками напряжений).

Для локомотивов с различными осевыми схемами, обращающихся на участке расположения моста, (ВЛ10 и 2ЭС6 «Синара») были построены расчётные графики усилий в исследуемой подвеске. Характерный вид графиков изменения напряженного состояния, полученных по показаниям датчика, аналогичен расчетным графикам. Таким образом можно получать информацию не только о напряжениях, возникающих от проезжающего локомотива, но и об его осевой формуле или даже серии.

### **Список литературы**

1. Иванов Е.О., Оптимизация систем мониторинга железнодорожных мостов; Молодежь. Инновации. Технологии: сборник научных трудов международной научно-технической конференции. - 2019. – с. 14-17.

## ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СЕТЧАТЫХ ПАНЕЛЕЙ ПОКРЫТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Е.В. Кательников, А.Н. Кретинин  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
AndreyKretinin@mail.ru

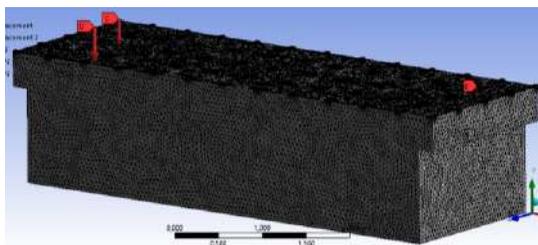
*Представлены результаты топологической оптимизации сетчатых прутковых панелей покрытия, сравнение результатов с параметрической оптимизацией и с традиционными решениями.*

**Ключевые слова.** Сетчатые стальные конструкции, напряженно-деформированное состояние, прочность, устойчивость, числовое программное управление

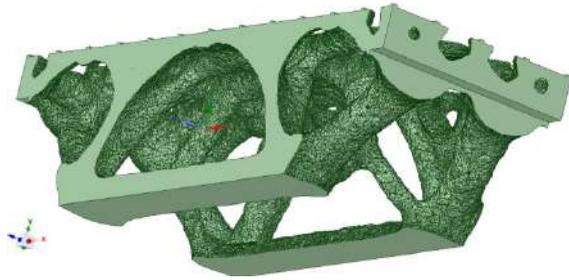
Объектом исследования являются панели покрытия зданий, разработанные с учетом минимальной металлоемкости.

Топологическая оптимизация, являющаяся в настоящий момент наиболее перспективным направлением снижения металлоемкости в машиностроении, сталкивается с трудностями применения в строительной отрасли, где технологии изготовления более ограничены. Разработанная система пространственных прутковых конструкций, собираемых при помощи автоматизированной ЧПУ-установки [1], позволяет изготавливать несущие строительные конструкции произвольной формы.

Порядок создания оптимизированной формы панели покрытия показаны на рисунках 1, 2, где, задавая процент изъятия материала, программа Ansys производит формирование расчетной модели.

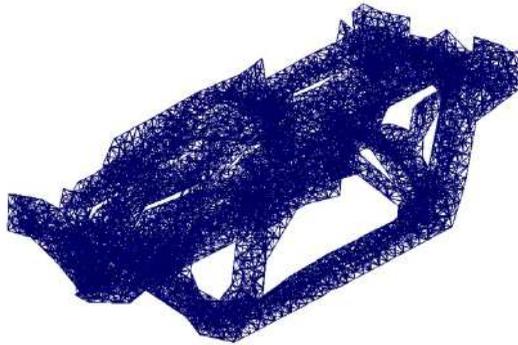


**Рисунок 1 – Расчетная схема плиты покрытия в программе Ansys**



**Рисунок 2 – Общий вид оптимизированной панели покрытия**

Далее расчетная схема конвертируется для программы SCAD (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Расчетная схема сетчатой прутковой панели покрытия в программе SCAD**

#### **Список литературы**

1. Кательников Е.В., Кретинин А.Н. Оптимизация автоматически собираемых сетчатых стальных конструкций (тезисы доклада) - VII Международный симпозиум «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (APCSCE 2018)»: программа и тезисы докладов (Новосибирск, 1-8 июля 2018 г). Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2018. – С.136.

## К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ РЕАКЦИИ ГОРНОГО МАССИВА

А.Л. Калугин, Я.О. Стахнёв, К.В. Королев  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
korolev\_kv@mail.ru

*В работе рассмотрена методика определения горного давления с помощью стандартных характеристик, определяемых при проведении инженерных изысканий. В рамках предлагаемой методики было установлено существование критических пролётов выработки, определяющих необходимость её крепления или трансформацию формы потери устойчивости массива из свода обрушения в столб обрушения.*

**Ключевые слова – горное давление, устойчивость вмещающего массива, свод обрушения**

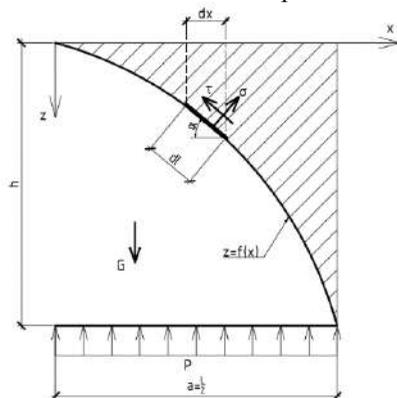
Сбор нагрузок на крепь подземных горных выработок есть один из основных этапов при проектировании подземных сооружений. При определении горного давления используют различные методики, как экспериментальные, так и аналитические. Широко известны и востребованы на практике методики, разработанные М.М. Протодьяконовым, П.М. Цимбаревичем, Ю.Д. Либерманом и т.д.

В нормативных документах основной метод сбора нагрузок опирается на весьма условную величину – коэффициент крепости грунта. Данная величина определяется косвенным путём через сопротивление грунта одноосному сжатию через известные зависимости.

В данной работе предлагается методика определения горного давления, в основу которой положены следующие соображения. Допустим, что существуют малые значения высоты свода обрушения  $h$ , когда вес  $G$  свода может быть удержан даже за счёт сопротивления грунта на отрыв. С другой стороны, если высота  $h$  свода обрушения будет достаточно большой, то удержание свода становится возможным за счёт сил трения по контуру свода. Сил трения будет недостаточно для того, чтобы воспринять данную массу грунтов. Соответственно, можно ожидать, что существуют такие значения  $h$ , при которых соотношение веса  $G$  свода обрушения и суммарной удерживающей силы  $R$ , возникающей по границе свода, будет наименее благоприятным с точки зрения устойчивости (рис. 1):

$$P(h) = G(h) - R(h) \quad (1)$$

Здесь  $P(h)$ , по существу, является силой, удерживающей свод снизу, а величина  $R(h)$  определяется паспортом прочности грунта, т.е. зависимостью предельных касательных и нормальных напряжений.



**Рисунок 1 – Расчётная схема**

В результате расчётов было установлено, что существуют две критические величины пролёта выработки. Если пролёт выработки меньше первой критической, то сил сопротивления грунта по контуру свода обрушения достаточно для удержания свода от обрушения. При превышении этого значения пролёта, свод необходимо поддерживать снизу (что, по сути является горным давлением). Наконец, если пролёт больше значения, которое можно назвать вторым критическим, то схема обрушения грунта трансформируется, переходя от свода обрушения к столбу обрушения.

### **Список литературы**

1. ОСТ 21153.8 – 88. Породы горные. Метод определения предела прочности при объемном сжатии. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 17 с.
2. СП 122.13330.2012. Тоннели железнодорожные и автодорожные. Актуализированная редакция СНиП 32-04-97. – М., 2012.
3. Королёв К.В., К вопросу о горном давлении и сводообразовании / К.В. Королёв, Я.О. Стахнёв, Е.Н. Жукова // Проектирование, строительство и эксплуатация комплексов подземных сооружений. Труды VI Международной конференции 10-11 апреля 2019 г. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – с. 209-216.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

М.И. Коваленко, Л.А. Максименко  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
maksimenko\_la@mail.ru

*Данная статья посвящена изучению создания трехмерных моделей объектов историко-культурного наследия на примере Ямышевских ворот. В статье приведена историческая справка данных ворот. Рассмотрены методы создания трехмерных моделей объектов исторического наследия. Источниками информации послужили результаты обмерных работ объекта исторического наследия.*

**Ключевые слова.** Моделирование, историческое наследие, трехмерная модель, памятники архитектуры, Ямышевские ворота, Fusion 360.

В настоящее время большое количество памятников архитектуры и объектов наследия прошлых веков находятся в полузабытом, а иногда и заброшенном состоянии. Между тем, эти объекты несут в себе значительную информацию о предыдущих этапах жизни и развития человечества. С развитием средств моделирования появилась возможность сохранения объектов путем создания их трёхмерных моделей. Стандартных решений, применимых для моделирования любого объекта пока не найдено.

Объектом моделирования были выбраны Ямышевские ворота г. Семипалатинск. Ямышевские ворота - памятник архитектуры XVIII века. Одно из первых сооружений Семипалатинской крепости. Имела трое ворот: Ямышевские, Семипалатинские и Усть-Каменогорские. Из трех ворот до наших дней сохранились только одни.

Для построения трехмерной модели необходимо знать все размеры объекта моделирования. Их можно получить из чертежей сооружения или при их отсутствии путем обмеров.

Обмеры можно производить различными способами: прямыми и косвенными. К прямым относится непосредственный обмер сооружения различными рулетками. К косвенным можно отнести получение размеров фотограмметрическим методом, т.е. по фотоснимкам. Из-за невозможности использования 3D лазерных сканеров, для снятия размеров ворот использовался метод построения по снимкам. Были сделаны фото фасадов здания, выполнено

масштабирование снимков и уже по этим снимкам были построены чертежи Ямышевских ворот. Создание чертежей выполнялось в программном комплексе AutoCAD 2019. Т.к. снимки приведены к одному масштабу, то для создания чертежей достаточно обвести сооружение, точность построения чертежей зависит от качества снимков, чем качественнее снимок, тем выше точность построения. И уже основываясь на созданные чертежи, была построена их трехмерная модель в программе Fusion 360. Чертежи были загружены в рабочее пространство Fusion 360. При моделировании сначала были построены стены ворот, затем крыша, моделирование внутренней арки выполнялось перед моделированием железных ворот и мелких архитектурных деталей.

**Вывод.** Разработка методики моделирования объектов исторического наследия - это важное направление исследования, для сохранения памятников архитектуры, ведь в цифровом виде они не подвержены влиянию внешних условий и при утрате реальных объектов наследия по этим моделям можно будет восстановить утраченный объект.

### **Список литературы**

1. Православие в Прииртишье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pravsobor.kz/nash\\_gorod\\_0/history/Yamishevskie\\_vorota.html](http://pravsobor.kz/nash_gorod_0/history/Yamishevskie_vorota.html) (Дата обращения 24.01.2019)
2. Семипалатинск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.semsk.kz/city/jam.htm> (Дата обращения 25.01.2019).
3. Соськова К.А., Максименко Л. А. О подготовке проектной документации для объектов ИЖС//Сб. статей 26-ой Региональной научной студенческой конференции /«Интеллектуальный потенциал Сибири» (22-24 мая 2018 г.) – Новосибирск; - Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 2. - С. 444-445 <http://sgugit.ru/student/research-work/issc/>

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

С.М. Куксина, А.Н. Яшнов

Сибирский государственный университет путей сообщения  
yan@stu.ru

*Системы мониторинга напряженно-деформированного состояния являются неотъемлемой частью современного строительства, а их энергозависимость - актуальной проблемой на сегодняшний день. В работе представлено возможное решение по электроснабжению системы мониторинга искусственного сооружения, при помощи пьезоволокон, установленных на деформируемые части конструкции.*

**Ключевые слова:** мост, система мониторинга, энергонезависимость, пьезоволокна.

Учитывая возрастающее применение экстрадозных мостов [1], становится актуальной задача поиска оптимальных решений по обеспечению сооружения непрерывной системой мониторинга напряженно-деформированного состояния, которая будет отслеживать негативные изменения, возникновения деформаций и дефектов, начиная со стадии строительства.

Мониторинг технического состояния — наиболее перспективный метод повышения безопасности мостов. Он позволяет свести к минимуму возможность их внезапного обрушения или повреждения, и дает возможность оптимизировать расход средств на эксплуатацию и ремонт сооружений.

Системы мониторинга искусственных сооружений являются энергозависимыми. Таким образом, существует проблема обеспечения электроэнергией таких систем на мостах, расположенных вдали от централизованного электроснабжения. На наш взгляд является перспективным использование пьезоволокон для преобразования энергии деформации элементов экстрадозного моста в электричество.

Воздействие механических сил на пьезоэлементы вызывает их электрическую поляризацию. Диполи элементарных ячеек кристаллов поворачиваются, ориентируясь в пространстве, вследствие чего, на поверхностях возникает разность потенциалов. [4]

Для максимальной выработки пьезоволокон и бесперебойного обеспечения электроэнергией систем мониторинга ИССО необходимо располагать пьезоэлементы в областях, где возникают деформации разных знаков за достаточно малый промежуток времени. Например, ванты экстрадозного моста постоянно колеблются от воздействующих

на сооружение нагрузок. Максимальные сжимающие/растягивающие силы возникают, естественно, в крайних волокнах, в середине длины ванты, то есть там, где амплитуда колебаний максимальная.

Таким образом, размещая пьезоволокно по периметру каждой ванты, получаем бесперебойный источник электроэнергии, способный обеспечивать систему мониторинга напряженно-деформированного состояния необходимой мощностью.

Для обоснования пользы внедрения пьезоэлементов в современные системы мониторинга был произведен примерный расчет мощности электроэнергии, которую могут выделить пьезоволокна, установленные по периметру каждой ванты. В результате расчетов было выявлено, что полученной мощности более чем достаточно для электроснабжения всей системы мониторинга.

В заключении хотелось бы отметить, что мониторинг напряженно-деформированного состояния - наиболее перспективный метод повышения безопасности мостов, который дает возможность прогнозировать жизненный цикл искусственного сооружения. Системы мониторинга стали неотъемлемой частью современного строительства, а их энергозависимость - актуальной проблемой на сегодняшний день. Использование пьезоволокон в конструкции экстрадозных мостов дает возможность создания обособленной энергосистемы путем использования энергии существующих механических деформаций.

### **Список литературы**

1. Барановский А.А. Мосты больших пролетов. Проектирование висячих и вантовых мостов: Курс лекций / А.А.Барановский - Пет.гос.ун-т путей сообщ., 2015. – 360с.
2. Зусман Г.В. - Вибродиагностика / Г.В. Зусман, А.В. Барков - М.: Спектр, 2011, 215 с.
3. Иванов Ю.С. Автоматизация процесса определения усилия в вантовых элементах мостов по частотам собственных колебаний / Ю.С. Иванов, И.И. Снежков, И.В. Чаплин, А.Н. Яшнов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. - 2017. – № 4 (43) - С.18-25.
4. Головин В.А. - Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов / В.А. Головин; М.: ТЕХНО-СФЕРА, 2016. – 272 с.
5. Янчич В.В. Пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи (акселерометры) / В.В. Янчич - Ростов на Дону: Изд-во ЮФУ, 2010. – 304с.

## ОЦЕНКА ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ЖИЛОГО ДОМА №9 В ЗАВОДСКОМ РАЙОНЕ Г. КЕМЕРОВО

Е.О. Морозова, А.Н. Нарушевич  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
narushevich\_an@mail.ru

*В данной работе проведена оценка появления дефектов в плитах перекрытий типового этажа рассматриваемого объекта, на основе результатов расчета перекрытия в линейной и нелинейной постановке задачи с учетом их фактического армирования.*

**Ключевые слова:** физическая нелинейность, дефекты, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементная модель

Применение возможностей современных вычислительных машин и программных комплексов позволяет реализовать учет нелинейного деформирования материалов, что дает возможность более корректно оценить напряженно-деформированное-состояние конструкций.

Рассматриваемое здание запроектировано 14-и этажным с подземной парковкой. Фундамент жилого дома представлен в виде монолитной железобетонной плиты. Наружные и внутренние межквартирные стены выполнены из пустотелого кирпича, толщиной 250мм. Расчетная схема здания – рамно-связевая.

При выполнении отделочных работ были отмечены отклонения от горизонтальной плоскости нижней растянутой зоны на величину до 8см и образованием трещин с шириной раскрытия от 0,2-0,3мм.

Для оценки причин появления дефектов в плитах перекрытий, построена конечно-элементная модель несущей системы жилого дома в вычислительном комплексе «SCAD-Office». При сопоставлении полученных изополей требуемого армирования плиты перекрытия типового этажа с фактическим армированием, установленным в конструкции, было выявлено недостаточное армирование плиты на отдельных локальных участках перекрытий.

Для оценки НДС плиты перекрытия с учетом работы участков имеющих недостаточную несущую способность при фактическом армировании, проведен расчет плиты перекрытия в нелинейной постановке задачи с использованием ВК «Лира-Сапр».

В результате расчета были получены значения прогибов и изгибающих моментов монолитной безбалочной плиты перекрытия типового этажа.

Разница значений перемещений при сравнении линейной и нелинейной постановки задачи составляет 3-32%, в зависимости от места оценки и схемы приложения нагрузок. Большие значения получены в результате нелинейного расчета.

Пролетные моменты увеличиваются в нелинейной постановке задачи в среднем на 34% (процентная разница составляет до 50%, на участках плиты перекрытия имеющих недостаточное продольное армирование). Опорные моменты уменьшаются в нелинейной постановке задачи в среднем на 23% (процентная разница составляет до 41% на участках плиты перекрытия имеющих недостаточное продольное армирование).

Сравнительный анализ полученных в ходе нелинейного расчета изополей перемещений с фактически зафиксированными отклонениями от горизонтальной плоскости нижней поверхности плиты перекрытия показал, что зафиксированные отклонения не могут быть вызваны недостаточной несущей способностью плиты на отдельных локальных участках, что косвенно подтверждается шириной раскрытия трещин 0,2-0,3 мм при отклонении нижней грани плиты до 80 мм.

По результатам проведенного расчетного анализа установлено, что отклонение от горизонтальной плоскости монолитных плит перекрытия вызвано комплексом факторов:

- 1) Применение нежесткой опалубки в результате которой при укладке бетонной смеси сформировался начальный прогиб перекрытий;
- 2) Недостаточной несущей способностью отдельных участков плиты перекрытия.

### **Список литературы**

1. Попов А.Н., Хатунцев А.А., Шашков И.Г., Кочетков А.В. «Пространственный деформационный нелинейный расчет железобетонных изгибаемых конструкций методом конечных элементов». Интернет-журнал Науковедение, 2013. №5 (18). С.-105.
2. Рязанов М.А., Шишов И.И., Рощина С.И., Лукин М.В. «Расчет изгибаемых элементов с учетом физической нелинейности деформирования». Журнал: Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г.
3. Зяблицева А.А., Ксенофонтова Т.К. «Учет физической нелинейности работы бетона и арматуры в монолитных зданиях с безригельным каркасом». Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты, 2016. С.19-23.

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Л.В. Нуждин, Н.П. Алиева, Ю.А. Воронина  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
nuzhdin\_ml@mail.ru

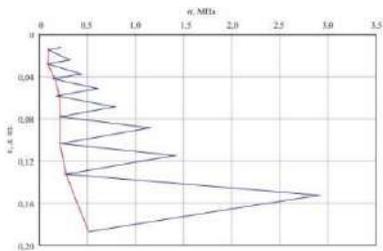
*Существует два основных метода испытания грунтов: метод контролируемых напряжений и метод контролируемых перемещений или метод релаксации. Представлены преимущества использования нетрадиционного метода испытаний.*

**Ключевые слова:** компрессионные испытания, метод релаксации, автоматический компрессионный релаксометр.

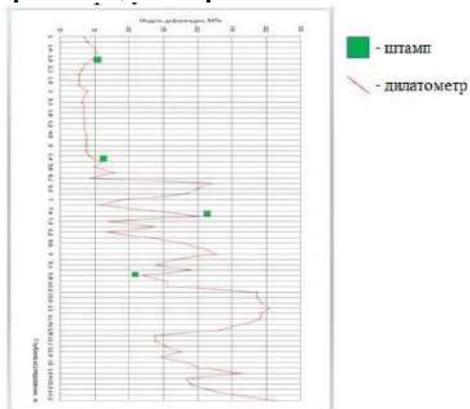
Одним из основных методов лабораторных исследований грунтов в рамках инженерно-геологических изысканий являются компрессионные испытания по определению их деформационных свойств. Компрессионные испытания по классическому методу делятся значительное количество времени, поэтому возникает необходимость сократить их время проведения. Метод релаксации (МКП) - направление относительно новое. Под релаксацией (от латинского relaxation – ослабление) понимают процесс постепенного перехода при длительном действии нагрузки упругой деформации в пластическую (необратимую остаточную). Подобное явление означает понижение с течением времени в деформированном материале предела упругости, т.е. его расслабления. Суть метода заключается в принудительном деформировании образца грунта на заданную величину в условиях двухсторонней фильтрации с последующим отслеживанием изменения напряжения и деформации без измерения парового давления.

Как показали многочисленные сравнительные эксперименты, применение МКН или МКП практически не влияет на качество и точность получаемых результатов.

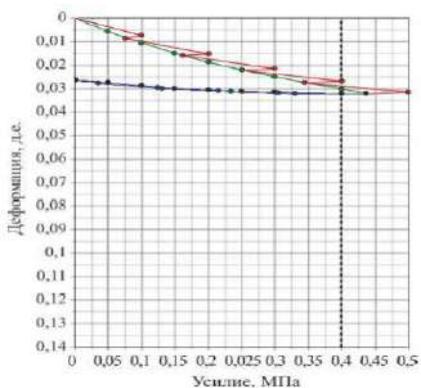
Одним из приборов для исследования механических свойств грунтов методом релаксации является АКР-2 (автоматический компрессионный релаксометр). В этом приборе на образец грунта действует нагрузка задаваемая программой испытаний, после каждой ступени напряжения в грунте релаксируется до некоторого значения и затем прикладывается следующая нагрузка. По результатам строится компрессионная прямая (рис.3) и находится модуль деформации грунта.



**Рисунок 1- График зависимости относительной деформации от полных напряжений при компрессионных испытаниях в режиме релаксации напряжений**



**Рисунок 2-Сравнение результатов МКП и МКН**



**Рисунок 3- Компрессионная прямая**

Таким образом, метод релаксации напряжений или МКП является перспективным направлением для исследований по разработке конструкций приборов и методов определения свойств грунтов в полевых и лабораторных условиях.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: МНТКС, 2010.
2. Труфанов А.Н. Метод релаксации напряжений // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012. №5. С. 7-11
3. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса: монограм. – Пенза: ПГУАС, 2008. – 696 с.

## **ТРЕБОВАНИЯ К МОНИТОРИНГУ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Л.В. Нуждин, А.Д. Митрохина  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
nuzhdin\_ml@mail.ru

*В данной научной работе освещены вопросы мониторинга геотехнических работ на примере строящегося многоэтажного жилого здания в г. Новосибирске. Здесь более подробно рассмотрены особенности площадки строительства, включая геологическое строение, а также конструктивные решения фундаментной части. Достаточно детально удалось изучить технологию уплотнения грунтового основания и проведение штамповых испытаний уплотненного грунта. Еще одним немаловажным разделом данной работы стали исследования влияния технологических нагрузок от виброкатка на окружающую застройку. А завершающим разделом и предметом дальнейшего исследования стала оценка устойчивости нагруженных откосов различными методами*

**Ключевые слова:** геомониторинг, жилое здание, стройплощадка, грунты, уплотнение, испытания, вибрации, откос

В условиях уплотненной застройки для изучения состояния близстоящих зданий, в зоне влияния строительства объекта проводят наблюдения за их фасадами, фиксируют и измеряют трещины, другие повреждения. Данные высокоточного геодезического мониторинга

позволяют понять, какие деформации испытывает здание для прогнозирования поведения конструкций в будущем.

Геотехнический мониторинг (геомониторинг) — система слежения за параметрами, характеризующими основания зданий или сооружений (т. е. геологической среды), которая обеспечивает безопасное и эффективное осуществление строительно-технологических процессов, ввод и последующую эксплуатацию зданий и сооружений.

Целью проведения данной научной работы стало изучение правильности проведения геотехнических работ на площадке строительства. В связи с этим было проведено ряд исследований посредством постоянного контроля и личного присутствия на всех технологических процессах, проходивших в течение полугода на данном объекте.

Объектом мониторинга является жилой дом №1 с помещениями общественного назначения и подземной автостоянкой, расположенный в г. Новосибирске.

За все время исследования удалось проследить правильность проведения уплотнения грунтового основания, наблюдать за процессом штамповых испытаний уплотненного грунта [1], изучить влияние технологических нагрузок от виброратка на окружающую застройку, тем самым столкнувшись с реальной проблемой неприятного вибрационного воздействия на примере жильцов ближайших жилых зданий, а также поставить вопрос безопасности строительства на данной стройплощадке по причине слабоустойчивого откоса котлована.

Актуальность проведения данной работа такова, что при возведении многоэтажного жилого здания необходимо тщательно подходить к мониторингу геотехнических работ.

Пренебрежение или халатное отношению к мониторингу и расчетом может привести к обрушению котлована, повреждению конструкции здания и в самом худшем к гибели рабочих и жильцов.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 20276-2012. Штамповые испытания. Определение деформационных характеристик грунтов. Методы полевых испытания грунтов штампами.

## АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСТРОЙСТВА ФУНДАМЕНТОВ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Л.В. Нуждин, А.А. Налесник, А.Д. Митрохина  
Новосибирский архитектурно-строительный университет  
(Сибстрин)  
nuzhdin\_ml@mail.ru

*Анализ инженерно-геологических условий площадки строительства и выбор оптимального типа фундаментов, в первую очередь, зависит от точности проведения инженерно-геологических изысканий. Чем точнее они будут, тем лучше будут известны свойства грунтов и тем легче будет рассчитать их деформации и предсказать поведение при дальнейшей эксплуатации здания.*

**Ключевые слова:** фундамент, осадка, деформации, расчет

Выбор оптимального типа фундаментов, в первую очередь, зависит от точности проведения инженерно-геологических изысканий.

На основании первоначальных инженерно-геологических изысканий при проектировании многоэтажного жилого дома был выбор между свайным и плитным фундаментами. По расчетам проектной организации у плитного фундамента деформации превышали предельно допустимые, поэтому был выбран вариант свайного фундамента.

В дальнейшем, был изменен генплан площадки и изменена этажность здания, что потребовало проведения дополнительных ИГИ и перерасчета фундаментов на возможное использование плитного фундамента.

С этой целью для многоэтажного жилого дома в Октябрьском районе Новосибирска были проведены дополнительные инженерно-геологические изыскания, при которых получены следующие данные:

- Количество инженерно-геологических элементов ИГЭ – 11 и их расположение в разрезе основания;
- Физико-механические характеристики грунтов каждого инженерно-геологического элемента.

В процессе проведения изысканий было выяснено, в основании имеется овраг, засыпанный насыпным грунтом, так же стало известно, что здание не попадает на этот овраг. Изыскания были проведены с использованием РД-100.

Модуль деформации грунтов был уточнён. После выполнен перерасчет фундаментов, который показал, что использование плитного фундамента возможно, осадки не превышают предельно допустимых. Расчет производился по формулам СП 22.13330.2016.

Изначально слои разбивались на глубину 0,4b, но так как РД-100 берет модуль информации грунта каждые 20 см, то были выполнены уточняющие расчеты с разбиением основания на слои в 20 см и принятием конкретного модуля деформации для каждого слоя.

Площадка строительства была покинута на длительное время, напряжение в грунте от откопки котлована спали, а по возобновлению строительства в котловане был перекопан слой толщиной 3 метра и требовалась его отсыпка для восстановления проектной отметки подошвы фундамента.

Отсыпать было решено щебнем с послойной утрамбовкой с созданием модуля деформации равным 50 МПа. Появился вопрос как рассчитывать новое основание. Было определено два расчётных случая: как фундамент, стоящий на хорошем грунте из щебня, значит слой щебня воспринимает и распределяет нагрузку; или как фундамент с дополнительной пригрузкой, значит слой щебня не распределяет нагрузку, но и создаёт дополнительную нагрузку на основание.

Расчет первого случая показал, что деформации не превышают предельно допустимых. Расчет производился при разбиении грунта на слои 20см, для скважин, где есть результаты испытания грунта РД-100.

Расчет второго случая так же показал, что деформации не превышают предельно допустимых.

По результатам расчета стало видно, что устройство плитного фундамента возможно. Даже с условием возникших новых обстоятельств, осадки плитного фундамента не превышают предельных.

### **Список литературы**

1. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. М., Минрегион России, 2016.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЙКИ КАК ВИДА СОЕДИНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д.В. Полонянкин, С.А. Бокарев  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
bokarevsa@211.ru

*На сегодняшний день, находясь в условиях дефицита средств на разрешение сложной дорожной ситуации, существует необходимость в разработке универсальной, сборной конструкции пешеходных мостов. В работе был рассмотрен нетрадиционный подход к сооружению: была предложена пайка как вид соединения стальных элементов между собой. Исследование направлено на изучение различных видов узлов и выявление их преимуществ.*

**Ключевые слова:** Пешеходный мост, строительство, пайка, узел, сталь.

В настоящее время пешеходные мосты являются не просто искусственными сооружениями, выполняющими свое основное предназначение, но и становятся местами всеобщего внимания, местами проведения досуга, визитными карточками городов. Современная конструкция путепровода должна вписываться в архитектуру города. На сегодняшний день эстетическая выразительность искусственных сооружений встает в один ряд к основным требованиям, таким как прочность, надежность и долговечность. Поэтому исследование, направленное на создание новых конструктивных форм и внедрение перспективных технологий строительства, крайне актуально.

Для создания ярких и легких конструкций следует применять бионический подход на макро- и микроуровне, руководствоваться принципом «тансегрители», использовать прогрессивные конструкции и материалы. Использование при новом строительстве пайки в качестве соединения стальных элементов между собой является достаточно прочным видом соединения и может решить указанную задачу.

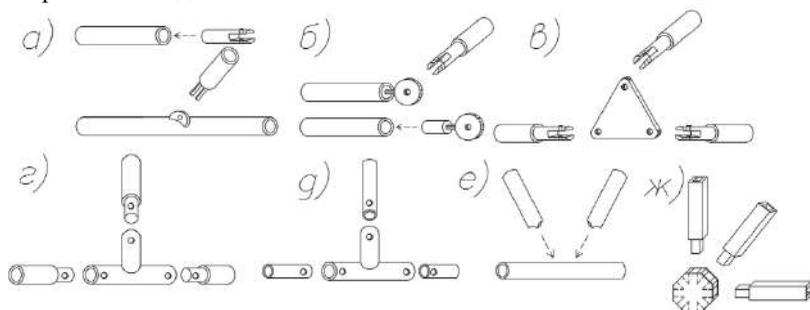
Пайка – это способ создания условно разборного соединения, при помощи молекулярного взаимодействия между металлом соединяемых элементов и припоем.

Для пайки стали принято использовать твердые припои с температурой плавления более 450 градусов. Среди них можно выделить серебряные припои ПСр40, ПСр 45. Их применяют для ответственных соединений. Они устойчивы против коррозии и пригодны для соединения деталей, воспринимающих ударную

нагрузку. Они выпускаются в виде проволоки 0,5-5 мм и полосок 150x400 с толщиной 0,8 и 0,3 мм [1]. Прочностные характеристики серебряных припоев изменяются в пределах 220-250 МПа по нормальным напряжениям и 170-180 МПа по касательным напряжениям [2].

Данное исследование направлено на разработку унифицированной конструкции пешеходного моста, применяемой для различных подмостовых габаритов. Она должна быть быстровозводимой, иметь относительно низкую стоимость проектных и строительных работ, и обладать повышенным архитектурным требованиям.

В работе были рассмотрены различные конструкции узла паянного соединения для такого моста: (а) – «фланцевое (боковое)», (б) – «фланцевое торцевое», (в) – «фасонное», (г) – «втулочно-патрубковое», (д) – «патрубковый», (е) – «седловое», (ж) – «лучевое». Были разработаны различные варианты соединения элементов, произведено их сравнение и выделены преимущества и недостатки каждого. Также была выполнена оценка возможности и простота их изготовления и монтажа. Кроме того, была подобрана подходящая методика расчета выбранного соединения.



**Рисунок 1 – Рассмотренные типы соединений стальных элементов**

В заключении хотелось бы отметить, что быстроборные конструкции являются хорошим решением транспортной проблемы, а паяное соединение более прочное и менее трудоемкое по сравнению с конкурентными вариантами.

### Список литературы

1. ГОСТ 19746-2015. Проволока из припоев серебряных. Технические условия. – Москва, 2016. 7с.
2. ГОСТ 19738-2015. Припои серебряные. Марки. – Москва, 2016. 7с.

## ВЛИЯНИЕ ВНОВЬ ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ НА ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФУНДАМЕНТОВ

Ю.Ю. Сажинов, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), per\_pror@sibstrin.ru

*Приводятся результаты экспериментального исследования влияния модельного фундамента вновь возводимого здания на поведение оснований и моделей фундаментов существующих строений. Проведен анализ полученных результатов, предложены рекомендации по защите существующих зданий.*

**Ключевые слова:** эксперимент, грунтовый лоток, модель фундамента, дополнительная осадка, шпунтовое ограждение.

Цели исследования:

Качественная оценка влияния вновь возводимых зданий (фундаментов) на существующие и получение количественные показателей совместных деформаций основания и моделей фундаментов существующих зданий от влияния вновь возводимых, а также анализ полученных в эксперименте результатов и выработка предложения по защите существующих фундаментов и здания в целом от вредного влияния вновь возводимого с проверкой эффективности принятого варианта.

Испытания проводились в грунтовом лотке лаборатории кафедры ИГОФ (НГАСУ (Сибстрин)). В качестве грунта использовался песок средней крупности, рыхлый; в качестве модели фундамента вновь возводимого здания применялся жесткий металлический штамп (размеры подошвы – 37х10 см); фундаменты существующих зданий моделировались призматическими деревянными заготовками (размеры подошвы – 10х10 см). Нагрузка на штамп передавалась с помощью домкрата и регистрировалась посредством индикатора динамометра. Осадки штампа фиксировались с помощью двух прогибомеров Максимова.

Нагрузка на штамп имитировала силовое воздействие от вновь возводимого здания. Шпунт моделировали деревянные бруски размером (17х17х300) мм.

Дополнительные осадки моделей существующих фундаментов фиксировались с помощью индикаторов часового типа.

Было проведено 3 группы испытаний:

- без использования шпунтового ограждения для защиты существующих зданий;
- с использованием шпунтового ограждения с шагом шпунтов 40 мм;
- с использованием шпунтового ограждения с шагом 0 мм.

В качестве шпунтов использовались бруски размером (17x17x300) мм.

**Выводы и рекомендации:**

- влияние вновь возводимых зданий во всех случаях проявляется в дополнительных деформациях существующих строений;
- значение деформаций существенно зависят от расстояния между вновь возводимым и существующими зданиями;
- использование шпунтового ограждения способно заметно снижать дополнительные деформации существующих фундаментов (при давлении  $P=100$  кПа деформации уменьшаются в 5-6 раз). При этом, избежать дополнительных деформаций полностью не удастся даже в случае сплошного шпунтового ограждения;
- сплошная шпунтовая стенка может быть рекомендована в качестве эффективного средства для минимизации влияния фундаментов возводимых зданий на грунтовое основание и фундаменты существующих строений.

### **Список литературы**

1. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. М., СИ. 2012. – 416 с.
2. Сотников С.Н., Симагин В.Г., Вершинин В.П. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений. – М.: СИ, 1986. – 96 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

С.А. Сухоруков, М. М. Титов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
s9000595333@gmail.com

*В данном докладе рассматриваются существующие технологии измерения температуры бетонной конструкции. После их анализа и сравнения, предлагается вариант метода температурно-прочностного контроля бетонной смеси при различных климатических*

*условиях, а именно выполнение точного мониторинга температуры бетонной смеси с минимальным уровнем квалификации специалиста.*

**Ключевые слова:** контроль температуры, выдерживание бетона, перекрытие, электропрогрев бетона, набор прочности, монолитные конструкции, пирометрия, ИК-тепловизор.

В современных условиях строительства возросшие объемы зимних бетонных и железобетонных работ, высокими темпами строительства, повышение требований к качеству зимнего бетонирования строительных конструкций, обуславливают необходимость сверхточного анализа температуры бетонной смеси.

По информации, предоставленной управлением архитектурно-строительной инспекции мэрии г. Новосибирска, в 2017 году большая часть новостроек – 53% (сборно-монолитные – 4%, монолитные – 49%).

В связи с этим, главной и важнейшей задачей при совершенствовании технологии измерения бетонной смеси, должна стать разработка такой системы технологического контроля, которая максимально интегрирована в производственный процесс, реализующая эффективные средства и методы температурных измерений. Необходимо, чтобы данное решение обеспечивало снижение трудоемкости данного процесса и повышению точности температурного контроля.

В настоящее время по стандарту СТ-СРО ТС-01-2016 «Температурно-прочностной контроль бетона при возведении монолитных конструкций в зимний период» п. 8.1. используют два способа:

- непосредственные или прямые измерения термометрами и термодатчиками, термопарами, размещаемыми в теле конструкции;
- косвенные измерения - измерение температуры на поверхности опалубки с целью оценки температуры в поверхностных слоях бетона.

В соответствии с данным стандартом необходимо, чтобы количество контрольных точек составляло, в среднем, на 10м<sup>2</sup> перекрытий, на 7 метров длины стены, на 30 м<sup>2</sup> фундаментной плиты.

Придерживаясь данных рекомендаций, при сравнительно небольшом объеме бетонирования, порядка 50 м<sup>3</sup>, в соответствии с руководствами, необходимо вести температурный мониторинг в 20-25 точках. Соблюдение данной рекомендации вносит огромные технические и организационные задачи, которые на строительных объектах не решаются. На производстве придерживаются следующего введения точек температурного контроля, а именно не более четырех на 20-30 м<sup>3</sup>, свежееуложенной бетонной смеси. [1]

Термопара – наиболее распространенный в промышленности температурный датчик. При работе с ней возникают следующие проблемы:

1) При большой длине проводов может возникать эффект «антенны» для существующих электромагнитных полей.

2) Материал электродов не является химически инертным и, при недостаточной герметичности корпуса термопары, может подвергаться влиянию агрессивных сред, атмосферы и т.п.

3) Возникновение термоэлектрической неоднородности.

Проблему оперативного получения данных с большого количества точек, и их анализа решают специальные программные комплексы.

Ключевым достоинством является автономность работы системы. После монтажа комплекса, имеется возможность проводить измерение, подключая электронный преобразователь для получения данных. Данный метод обладает преимуществами:

1) Автономность работы системы (сбор данных в программный комплекс);

2) Понижение человеческого фактора в процессе сбора и анализа данных; процесс измерения проходит быстрее;

Недостатки:

1) Постоянная коммутация датчика к электронному преобразователю;

2) Низкая скорость работы;

3) Для каждой контрольной точки необходимо наличие собственного датчика.

Решить данную проблему можно с помощью создания беспроводной системы мониторинга. Данные с датчиков отправляются на беспроводные узлы, которые передают информацию в главный шлюз сервера или системы верхнего уровня. [4]

Данная система имеет при работе достоинства, в виде:

1) Увеличенная скорость сбора данных;

2) Повышение точной динамики измерений;

3) Высокая масштабируемость системы.

При работе, по данной методике, появляются такие проблемы:

1) Монтаж системы должен осуществляться только при помощи высококвалифицированного специалиста;

2) Обязательное присутствие высококвалифицированного на строительной площадке, в момент температурного мониторинга.

По итогам проведенного анализа, в настоящее время, проведение точного и менее трудозатратного мониторинга температуры бетонной смеси возможно лишь специалистом в данной области. Проведение

человеком без квалификации – трудоемко, отличается не высокой точностью измерений.

Целью в данной работе является совершенствование методов температурно-прочностного контроля бетонной смеси при различных климатических условиях, а именно выполнение точного мониторинга температуры бетонной смеси с минимальным уровнем квалификации специалиста.

### **Список литературы**

1. Комиссаров С.В., Зиневич Л.В. Особенности пирометрических измерений при осуществлении температурного контроля выдерживания монолитных конструкций. – М.: МГСУ, 2017. – 70-76 с.
2. Комиссаров С.В., Журов Н.Н. Прочность бетона. Методика оперативного контроля прочности бетона в конструкциях в раннем возрасте. – М.: «Строительство и бизнес», 2016. – 10-11 с.
3. Комиссаров С.В. Строительные конструкции XXI века: сб. материалов по архитектуре и технологии строительного производства: к Международной научно-практической конференции. – М.: Строительные конструкции XXI века: сб. материалов по архитектуре и технологии строительного производства: к Международной научно-практической конференции, 2018. – 34-35 с.
4. Сергеев И.Г. Система температурно-прочностного мониторинга за состоянием бетона при устройстве монолитных конструкций. – М.: сб. статей по материалам семинара - совещания «Монолитное домостроение: отечественная и зарубежная опалубка, способы ведения работ», 2017. – 127-134 с.

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕТЧАТЫХ КУПолов И СВОДОВ**

М.М. Харланова, К.А. Шафрай  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
kharlanova\_mmm@mail.ru

*Из коротких металлических стержней можно образовывать различные пространственные решетчатые конструкции, пригодные для перекрытия больших пространств пролетами до нескольких десятков метров. Такие конструктивные системы в последнее время получили широкое распространение и их эффективно используют в плоских и криволинейных покрытиях таких зданий*

**Ключевые слова: односетчатая оболочка, конструктивные решения, метод конечных элементов**

Целью исследования является проведение сравнительного анализа сетчатой конструкции в зависимости от размеров ячеек свода, проведенного по расчетам на деформации, прочность и устойчивость. Также определение более экономичной системы в зависимости от шага узлов, меняющихся с 1,5 на 3 м.

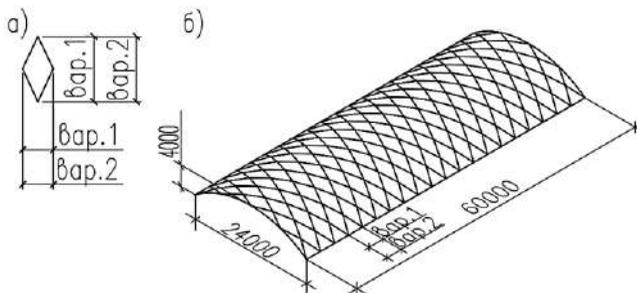
Для исследования была взята сетчатая однослойная оболочка пролетом 24 м, со стрелой подъема 4 м, соотношение  $f/L=1/6$ , длина 60 м (рис.1, б). Предполагаемый район строительства г. Новосибирск. На несущую конструкцию свода опирается прозрачная кровля, выполненная из прозрачных стеклопакетов.

Проанализированы следующие варианты конструктивного решения: ромбическая ячейка с размерами 1600×1600 мм, шаг узлов 1,5 м, размер ромба по диагоналям 1500×2860 мм (рис. 1, а, вар. 1). В другом варианте была рассмотрена ячейка размерами 3550×3550 мм, шаг узлов по линии опирания свода 3 м, размер ромба по диагоналям 3000×6400 мм (рис.1, а, вар. 2).

Силовой расчет был выполнен методом конечного элемента по пространственной схеме с применением вычислительного программного комплекса SCAD Office. Расчет выполнялся в соответствии с требованиями СП 16.13330.2017 [1] и СП 20.13330.2016 [2].

Расчет конструкции был выполнен по следующим критериям:

1) по предельным гибкостям, удовлетворяющих эстетико – психологическим и конструктивным требованиям;



**Рисунок 1 – Односетчатая оболочка:  
а – размеры ячеек, б – общий вид**

2) по деформативности конструкции, рассматривая как неравномерное, так и равномерное нагружения системы;

3) по прочности системы при неравномерном нагружении конструкции;

4) по устойчивости при неравномерном нагружении конструкции;

5) по металлоемкости.

Сравнивая между собой варианты 1а и 2б, которые были подобраны по конструктивным требованиям, видно, что последний является менее металлоемким, чего нельзя сказать про систему 1а. Помимо металлоемкости, вариант 2б также является выигрышным по деформациям. Увеличение размера ячейки с 1,5 до 3 м не существенно влияет на деформативность, прочность, устойчивость и металлоемкость системы.

*Выводы:*

Система с шагом узлов 3 м является выигрышным не только в трудоемкости за счет уменьшения количества отправочных элементов, но и в металлоемкости. В защиту системы с шагом узлов 1,5 м можно сказать, что она является более выразительной с архитектурной точки зрения.

### **Список литературы**

1. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В Г. НОВОСИБИРСКЕ**

А.Г. Шаланкова, Н.С. Пичкурова

Сибирский государственный университет путей сообщения

nataliapich@mail.ru

*Рассмотрены каркасные конструктивные решения, характерные для города Новосибирска, такие как монолитный каркас с несущими пилонами, «Чебоксарская серия», «КУБ 2,5» и связевая система ИИ-04. Рассмотренные в докладе конструктивные системы отвечают всем требованиям надежности, однако, рекомендуется проектировать здания с минимальным расходом материалов при высокой надежности в целом*

**Ключевые слова: железобетонный каркас в монолитном исполнении, КУБ 2,5, «Чебоксарская серия», связевая система ИИ-04**

В современной практике многоэтажного строительства преобладают две конструктивные системы – каркасная и панельная (бескаркасная). Выбор конструктивной несущей системы обусловлен высотой самого здания.

Для города Новосибирска характерна каркасная конструктивная система: монолитный железобетонный каркас с пилонами, связевая система, сборно-монолитные каркасы межвидового применения (Чебоксарская серия) и «КУБ 2,5».

Монолитные каркасы проектируют, как правило, рамными или рамно-связевыми с плоскими плитами перекрытий. Разработанные и освоенные на практике опалубочные и опорные устройства позволяют сравнительно быстрым темпом возводить многоэтажные дома самых разнообразных архитектурно-планировочных решений. В городе Новосибирске распространена конструктивная система с несущими пилонами – вытянутыми колоннами, позволяющими значительно повысить жесткость здания в целом и прочность узла сопряжения «плита – колонна».

Недостатки монолитной конструктивной системы с несущими пилонами: сезонность работ; при конструировании несущих пилонов идет значительный перерасход арматуры; при частой сетке пилонов (менее 6 м) железобетонные конструкции не работают в полной мере; небольшое расстояние между несущими пилонами ограничивает свободу архитектурно-планировочных решений помещений.

В последнее время в нашем городе стали все чаще возводиться жилые здания конструктивной системы «КУБ 2,5». Эта система предназначена для жилых и общественных зданий, возводимых как в обычных условиях, так и в районах высокой сейсмичностью. Диски перекрытий включают сборные надколонные железобетонные плиты со сквозным проемом в их середине для монтажа колонн, которые сначала устанавливаются в проектное положение. Колонны имеют суженное поперечное сечение в уровне диска перекрытия, по углам бетон удален, оставшаяся часть конструктивного элемента выполнена прямоугольной формы.

Недостатками системы «КУБ 2,5» являются: трудоёмкая технология возведения; на практике практически невозможно обеспечить ровность и плоскостность нижней поверхности диска перекрытия; выполнение

каркаса с регулярной сеткой колонн ограничивает возможности по архитектурно-планировочным решениям здания.

Во Франции в 80-е годы XX века была разработана конструктивная система в сборно-монолитном исполнении «Сарет». В России такая система впервые была освоена в Чебоксарах, и теперь здания с ее применением построены более чем в сорока городах страны, в том числе и в городе Новосибирске.

Главным недостатком этой конструктивной системы является, то что стыки колонн с ригелями трудоемкие и металлоёмкие. Также наблюдается большой перерасход монолитного бетона.

Связевая система ИИ-04 для проектирования жилых зданий встречается в городе Новосибирске реже, чем вышеописанные конструктивные системы.

Рассмотренные в докладе каркасные системы отвечают всем требованиям надежности, однако, планировочные решения следует частично изменять, переходя на более оптимальную с точки зрения работы элементов сетку колонн  $6 \times 6$  или  $6 \times 7,2$  м с проектированием решений с минимальным расходом материалов при высокой надежности здания в целом.

### **Список литературы**

1. Шембаков В.А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. 2005. С. 50–57.
2. Мордич А.И. Отчет о научно-исследовательской работе эффективные конструктивные системы жилых домов и общественных зданий // Научно-исследовательское и экспериментально-проектное унитарное предприятие "Институт БелНИИС". 2002. № 3. С. 20–31.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ПРОДАВЛИВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ В БЕЗРИГЕЛЬНОМ КАРКАСЕ**

А.И. Шелковникова, Д.Э. Абраменков  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
nataliapich@mail.ru

*В докладе рассмотрены существующие подходы по исследованию вопроса продавливания железобетонных плит в безригельном каркасе. Проанализирована технология усиления плит по системе Hilti, существенно снижающая расход материалов и повышающая эксплуатационную надежность узловых соединений*

## **Ключевые слова: безригельный каркас, продавливание плоских железобетонных плит**

Первые работы по изучению процесса продавливания плиты колонной появились еще в начале XX века. Затем с развитием теории железобетона вопросу изучения продавливания стали уделять большее внимание. Проводилось множество исследований в различных странах, результаты которых позже были использованы при составлении нормативных документов. Однако, формулы для определения продавливающей силы в нормативных документах имели свои преимущества и недостатки.

Существует два подхода понимания процесса продавливания. Одни исследователи считают, что плита сопротивляется за счет прочности бетона на растяжение, другие полагают, что плита сопротивляется за счет работы сжатой зоны вблизи колонны, которая находится в условиях сложного напряженного состояния сжатия (в этом случае прочностью бетона на растяжение пренебрегают).

По мнению В.А. Клевцова и А.Н. Болгова [1] работу плиты нельзя определить по этим моделям, механизм ее разрушения при продавливании имеет переходные формы. В результате их экспериментальных исследований удалось установить, что величина усилия на верхней колонне повышает несущую способность плиты на продавливание, а также оказывает положительное влияние на жесткость плиты.

В настоящее время в большинстве случаев зону плита-колонна усиливают каркасами, расположенными с достаточно частым шагом. Однако есть и альтернативный способ повышения несущей способности на продавливание, разработанный компанией Hilti.

Технология усиления плит на продавливание Hilti заключается в наклонном усилении арматурными стержнями, устанавливаемыми в существующую плиту путем бурения отверстий с нижней стороны плиты перекрытия и вклейки стержней с помощью высокопрочного химического состава на основе эпоксидной смолы. Технические характеристики системы подтверждены результатами испытаний, показывающими значительное увеличение сопротивления продавливанию и деформациям, что позволяет распределить усилия и избежать обрушения.

Преимущества данного метода усиления:

- повышение эксплуатационной надежности и безопасности плитных железобетонных конструкций и их узловых соединений при проведении работ по монтажу и усилению;

- существенное снижение расхода стали и сокращение сроков выполнения строительных работ при усилении конструкций по сравнению с типовыми методами усиления;

- снижение нагрузки на усиливаемые конструкции от собственного веса элементов усиления.

Одним из первых успешных применений данной технологии усиления плит перекрытий стала привокзальная площадь перед центральной железнодорожной станцией в г. Берн (Швейцария), известная как Bahnhofplatz.

В настоящее время российскими инженерами компании Hilti совместно со специалистами НИИЖБ им. А.А. Гвоздева разработан стандарт на технологию усиления плит перекрытий при продавливании [2].

### **Список литературы**

1. Клевцов, В.А. Действительная работа узлов плоской безбалочной бескапитальной плиты перекрытия с колоннами при продавливании / В.А. Клевцов, А.Н. Болгов // Бетон и железобетон. – 2005. – № 3. – с. 17-19.
2. Стандарт организации «Проектирование усиления плит на продавливание химическими анкерами «Hilti HZA-P».

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ РЕСТОРАНА В ТУВИНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ СТИЛЕ**

А.А. Экова, О.В. Левина

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
mail2levina@ngs.ru

*Новизна и необходимость данной работы обусловлена особенностью поиска архитектурно-строительных и конструктивных решений при проектировании здания ресторана с учетом сохранения национальных традиций*

**Ключевые слова:** национальный стиль, деревянные конструкции, проектирование, расчет

Здание ресторана запроектировано в национальном стиле. Для решения основной проблемы – сохранения и создания аутентичного внешнего вида здания – были взяты за основу строения, относящиеся к тувинской архитектуре

Буддизм – самая распространенная форма религии в Туве. Именно буддизм и китайское зодчество оказало существенное влияние и на архитектуру тувинских домов. Это связано с тем, что республика Тува находилась под влиянием Цинской империи в течение полутора веков.

В общем архитектурном ансамбле городов республики Тувы наблюдается единая закономерность – двухуровневые кровли с загнутыми краями. Именно эта особенность нашла отражение в запроектированном здании тувинского ресторана «Алдын Сыын» (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Тувинский ресторан «Алдын-Сыын»**

Несущие конструкции здания изготавливаются из пиломатериалов хвойных пород, а именно сосны, высушенных и защищенных от увлажнения в процессе хранения

Основные деревянные элементы выполнены из сосны 2 сорта.

Был выполнен расчет и проектирование несущих конструкций кровли: расчет настила, расчет обрешетки и расчет стропил.

На рисунке 2 наглядно видно, что именно такая изогнутая конструкция крыши подчеркивает национальную особенность всего здания. Наслоение прогонов позволяет создать необходимую возвышенность для укладки стропила под углом и дальнейшего придания формы кровли.



**Рисунок 2 – Конструкция крыши с приподнятыми краями**

В процессе проектирования узлов стропильной системы был выполнен расчет нагельного соединения в коньковом узле. Накладка в данном случае представляет собой симметричное соединение на цилиндрических нагелях. Расчет цилиндрических нагелей выполнялся в программе Decor SCAD.

Программа Decor SCAD предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов деревянных конструкций на соответствие требованиям СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции». Кроме того, здесь можно оперативно получить самые необходимые справочные данные, используемые при проектировании деревянных конструкций.

Также был выполнен расчет гвоздевого соединения в узле примыкания стропила к стене. Гвоздевое соединение в данном случае представляет собой симметричное соединение на саморезах с неполной пробивкой.

#### **Список литературы**

1. Деревянные конструкции. Основы расчета с использованием Программного комплекса SCAD Office. Учебное пособие. А.А. Семенов, А.И. Габитов, И.А. Порываев, М.Н. Сафиуллин. – М: Изд-во СКАД СОФТ, Изд-во АСВ, 2013. – 256 с.
2. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. – М., 2011. – 96 с.

**ИНФОРМАЦИОННО-  
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,  
АВТОМАТИКА В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И  
БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**ПРОФИЛАКТИКА СТРЕССА И ССЗ  
ПРИ ПОМОЩИ БОС-ТЕРАПИИ**

Е.В. Андрющенко  
Новосибирский государственный технический университет

*В данной работе рассмотрены методы саморегуляции с помощью БОС-терапии. Предложен курс профилактики стресса и заболеваний сердечно-сосудистой системы.*

**Ключевые слова:** биологическая обратная связь (БОС), стресс, саморегуляция, дыхание.

В повседневной жизни мы часто сталкиваемся с тревожностью, стрессами. Будь то переживания при сдаче экзаменов, страх публичных выступлений или напряженная работа пожарным.

Сам по себе стресс не вреден. Именно он помогает нам «собраться» в опасных и ответственных ситуациях. Но при длительном стрессе могут развиваться различные психические расстройства, заболевания органов дыхания, иммунной системы, органов пищеварения, сердечно-сосудистой системы.[1]

Поэтому очень важно уметь сохранять самообладание и развивать навыки саморегуляции.

Объектом данного исследования является процесс развития навыков саморегуляции.

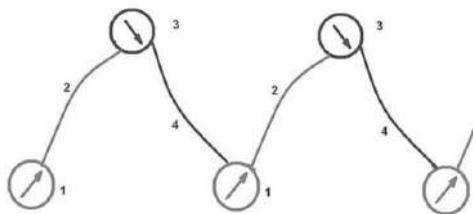
Предмет исследования: саморегуляция при помощи БОС-терапии.

Бос-терапия (или метод биологической обратной связи) - метод саморегуляции, который заключается в наглядном отображении человеку информации о состоянии того или иного физиологического показателя его собственного организма посредством специальных технических устройств. На основе этой информации человек учится самостоятельно менять свое состояние и удерживать эти изменения с целью совершенствования своих функций в норме и коррекции деятельности нарушенных функций при патологии.

Преимущества методов БОС: безмедикаментозность, неинвазивность.

Сейчас существуют различные методы БОС, которые классифицируют по физиологическим показателям (например, ЭЭГ, ЭМГ, ЧСС, ДАС, АД и др.). За наиболее надежные показатели стрессового состояния могут быть приняты ЧСС, показатели дыхания (рисунок 1), и АД.[2]

В данной работе предлагается курс БОС-терапии, направленный на развитие навыков саморегуляции посредством частоты сердечных сокращений, дыхания и артериального давления. Сначала человек обучается дыхательным техникам, параллельно наблюдая за показателями ЧСС или АД. Оценивая эффективность техник по наблюдаемым показателям, человек учится осознанно управлять дыханием. Когда человек определил для себя и запомнил некоторые дыхательные техники, переходим к следующему этапу. Этот этап заключается в доведении до автоматизма полученных навыков. На этом этапе человек наблюдает только за показателями своего АД или ЧСС.



1. Переключение с выдоха на вдох (включение вдоха).
2. Вдох.
3. Переключение с вдоха на выдох.
4. Выдох.

**Рисунок 1 - Фазы дыхательного цикла.**

### **Сферы применения:**

- регулирование психоэмоционального состояния
- выработка навыков стрессоустойчивости
- профилактика заболеваний сердечно-сосудистой системы

### **Список литературы**

1. Щербатых Ю. В. Психология стресса и методы коррекции. — СПб.: Питер, 2006 — 256 с.
2. Способ определения эмоционального стресса и устройство для его осуществления [Текст]: пат. 2073484 Рос. Федерация: МПК А61В 5/02, А61В 5/04, 20.02.1997

## РАЗРАБОТКА ГАДЖЕТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ ПАТОЛОГИЙ

А.С. Веселов, А.В. Ботвинков

Сибирский государственный университет водного транспорта  
botvinkov@inbox.ru

*В проекте рассматриваются этапы разработки потребительского устройства для отслеживания состояния здоровья – от создания алгоритмов предобработки данных и обучения нейронной сети до разработки прототипа гаджета и клиент-серверного приложения.*

**Ключевые слова:** цифровая обработка сигналов, фонокардиография, нейронные сети, глубокое обучение, веб-разработка, мобильная разработка, Python, Kotlin, Docker.

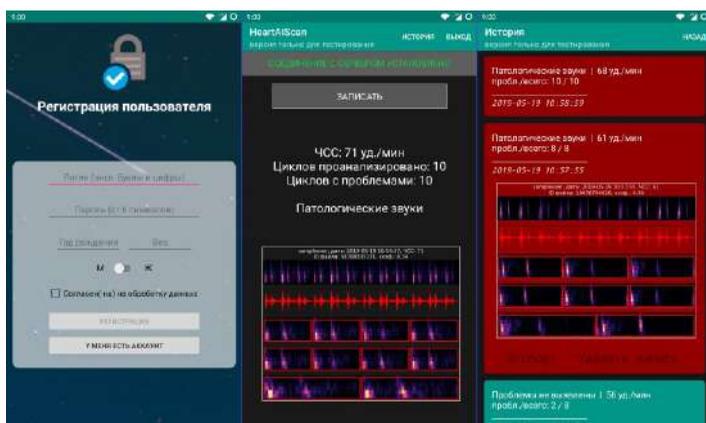
На растущем рынке потребительских «умных устройств» появляется всё больше гаджетов для мониторинга здоровья. Смартфоны, взаимодействуя с ними, показывают накопленную информацию в доступной форме для пользователя, не имеющего медицинское образование.

Цель данного проекта – разработка системы подобного класса, способной производить запись и автоматический анализ фонокардиограмм (зарегистрированных акустических сигналов работы сердца) на предмет наличия патологических признаков. Устройство на таком принципе работы может стать альтернативой распространённым гаджетам на основе электрокардиографии. Задачами проекта являются исследование методов обработки входных данных, разработка серверного и клиентского ПО, прототипа устройства и развёртывание облачного сервиса.

Всё серверное ПО написано на языке программирования Python. Программная часть, предназначенная для обработки данных, создана с использованием библиотеки для обработки звуковых сигналов LibROSA и фреймворка для работы с нейронными сетями PyTorch. Web API для мобильного приложения, как и веб-интерфейс администратора системы, реализован с использованием микрофреймворка Flask и встраиваемой СУБД SQLite. Используется защищённый протокол HTTPS. Для автоматизации и упрощения развёртывания серверного приложения используются такие инструменты, как Git, Docker, Docker Compose.

Мобильное приложение для Android написано на языке Kotlin (Рисунок 1). Приложение позволяет захватить аудио с гаджета,

отправить записанный файл на сервер и через несколько секунд вывести ответ в виде текстового заключения и визуализации. История всех запросов клиента сохраняется на сервере и доступна пользователю для просмотра и экспорта. Если вдруг анализ показал явно ошибочные результаты (например, чрезмерно высокую частоту сердечных сокращений), то полученная запись также сохраняется, но отмечается как проблемная, при этом пользователь получает сообщение об ошибке. Список проблемных записей со всеми отчётами доступен через веб-интерфейс администратору. Данное решение позволит постоянно совершенствовать систему.



**Рисунок 1 – Интерфейс приложения (слева направо: форма регистрации, главный экран, история запросов)**

После получения сервером аудиофайла от клиента, разработанный алгоритм с помощью преобразования Фурье выделяет спектр аудио и, фильтруя частоты, находит так называемый первый тон сердца (T1). Двумерный массив, полученный в результате преобразования Фурье, разделяется на сердечные циклы в точках начала T1 и нормализуется. Вычисляется частота сердечных сокращений. Спектр сердечных циклов передаётся в обученную свёрточную нейронную сеть, где происходит классификация каждого цикла по двум категориям. С помощью библиотек Matplotlib и PIL строится визуализация, где можно увидеть спектр всей записи и результат анализа каждого цикла (по цвету рамки вокруг).

Прототип прибора спроектирован в САПР и изготовлен с применением технологии FDM 3D-печати. Компонентами устройства являются звуковая карта, электретный микрофон и адаптер USB OTG.

## РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИНГАЛЯЦИИ, АРОМАТЕРАПИИ И УВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА

А.В. Давыдов А.В. Павлов  
Новосибирский государственный технический университет  
a.pavlov@corp.nstu.ru

*В данной работе рассматривались различные способы ингаляции человека. Рассмотрены существующие медицинские и домашние ингаляторы в общем плане и их недостатки с возможностью усовершенствования. Исследована возможность создания универсального ингалятора с функциями ароматерапии и увлажнения воздуха в помещении*

**Ключевые слова:** ингалятор, ароматерапия, здоровье, воздух, распыление.

В настоящее время в список самых распространенных заболеваний верхних дыхательных путей входят: ринит, синусит, ангина, ларингит, аденоидит, фарингит, тонзиллит. На эти заболевания приходится около 80% обращений к врачу [1].

Данные респираторные заболевания возникают по нескольким причинам это сухая слизистая оболочка и слабый иммунитет. Проблемы с пересыханием слизистой оболочкой в основном проявляются в сезон отопления, реже из-за аномальной жары. Для избегания данных проблем рекомендуется увлажнять воздух в помещении. В противном случае понижается ее способность к защите от возбудителей болезней на приграничных слоях между наружной и внутренней средой организма. Поддержать иммунитет в должном состоянии возможно с помощью эфирных масел [2].

Лучшем способом для ингаляции и увлажнения воздуха является распыление мельчайших жидких частиц в воздухе. Тем самым образуется легкий туман. В данном виде могут использоваться растворы лекарственных препаратов, минеральные воды, масла.

Имея такие проблемы как: длительный сезон отопления, пренебрежительное отношение к поддержанию иммунитета в нормальном состоянии, отсутствие универсальных устройств. Приходим к выводу что создание многофункционального ингалятора — это актуальная тема. Разберем существующие виды ингаляторов:

- Паровые – простые и дешевые устройства. Эффективен исключительно для носоглотки. Ограниченный выбор лекарств.

- Компрессорные – универсальные с широким спектром применяемых лекарств. Эффективен для всей дыхательной системы. Крупнее своих конкурентов, шумный.

- Ультразвуковые – компактные, бесшумные. Эффективен для всей дыхательной системы. Многие препараты под ультразвуком разрушаются.

В результате анализа существующих аппаратов для ингаляции и увлажнения делаем вывод что устройство должно иметь такие функции как: контроль количества воды, защита от опрокидывания, контроль влажности, изменение размера частиц распыления, сменой режимов работы: ингаляция, увлажнение воздуха, увлажнение воздуха с ароматерапией.

Для совмещения данных функций необходимо выбрать единый метод превращения жидкости в аэрозоль. По результатам литературного поиска [3], был выбран ультразвуковой способ превращения жидкости в аэрозоль, с возможностью регулировки скорости работы вентилятора. Защита от опрокидывания реализуется с помощью «не проливающейся» емкости и пары датчиков, которые в случае чего выключают устройство.

Польза от данного устройства как для одного человека, так и для группы людей, находящихся в одной комнате. Многочисленные исследования, доказывают, что ингаляция — это прекрасный метод в борьбе с болезнью. Ароматерапия укрепляет иммунитет, уменьшает до 80% количество микробов в комнате и одновременно увлажняется воздух, что так же препятствует развитию бактерий внутри вас [1].

Техническое задание составлено с учетом опроса группы людей, страдающих от респираторных заболеваний и анализу устройств которые имеются на рынке. Таким образом данное устройство будет актуально, так как совмещает в себе необходимые функции и датчики.

### **Список литературы**

1. [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/)
2. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005982290>
3. [http://u-sonic.ru/downloads/edm05/atomizer\\_rus.pdf](http://u-sonic.ru/downloads/edm05/atomizer_rus.pdf)

## ПОДАВЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ АРТЕФАКТОВ В СИГНАЛАХ ЭЭГ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДОВОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ

А.В. Козин, Ю.И. Щетинин

Новосибирский государственный технический университет,  
yur.schetinin@yandex.ru

*Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) представляет собой регистрацию электрической активности головного мозга. Процесс записи ЭЭГ сигнала неизбежно связан с зашумлением артефактами внеозгового происхождения. Это снижает диагностическую ценность сигнала ЭЭГ, а также может стать причиной постановки неверного диагноза. В данной работе рассматривается использование метода эмпирической модовой декомпозиции и его основных модификаций для устранения физиологических артефактов ЭЭГ записи.*

**Ключевые слова:** электроэнцефалограмма, физиологические артефакты, эмпирическая модовая декомпозиция, эмпирические моды, MATLAB 2018b.

Одним из методов нейрофизиологических исследований является электроэнцефалография (ЭЭГ). ЭЭГ наиболее часто применяется при проведении психофизиологических исследований [1], а также может использоваться в устройствах реабилитации и системах интерфейса мозг-компьютер. Так как сигналы ЭЭГ являются низкоуровневыми, процесс их регистрации сопровождается влиянием различных помех внеозгового происхождения - артефактов. На данный момент разработано множество методов подавления артефактов, однако большинству из них требуется наличие дополнительных сигналов (ЭКГ, ЭОГ, ЭМГ). Их регистрация не всегда может быть выполнена и не всегда является достаточной для подавления артефактов. Поэтому данная проблема все еще не является завершенной и остается актуальной.

Особый интерес для выполнения данной работы представил метод эмпирической модовой декомпозиции - ЭМД (Empirical Mode Decomposition). Данный метод был предложен Норденом Хуангом [2] в 1995 году и специально разработан для обработки нестационарных и нелинейных сигналов, к которым относятся ЭЭГ записи. Кроме базового метода ЭМД, для проведения исследования были выбраны его модификации: EEMD, SEEMDAN и MEMD. Эти методы применяются при обработке различных временных и пространственных сигналов, но

для сигналов ЭЭГ они пока практически не использовались. Их использование позволяет получить новые результаты в данной области.

Перед использованием выбранных методов для подавления артефактов в реальных ЭЭГ сигналах было рассмотрено их применение к тестовому набору ЭЭГ сигналов с искусственно добавленным артефактом ЭОГ. Используя среду разработки MATLAB 2018b, была выполнена реконструкция исходного ЭЭГ сигнала из зашумленного. В результате моделирования было показано, что каждый из рассмотренных методов справился с подавлением артефакта, а полученные результаты визуально выглядели примерно одинаково. Вычисление среднеквадратической ошибки реконструированного сигнала показало, что метод SEEMDAN справился немного лучше, чем остальные.

На следующем этапе проведения исследования была выполнена запись реальных сигналов ЭЭГ, при помощи электроэнцефалографа “Энцефалан-131-03” лаборатории медицинских аппаратов и систем кафедры ССОД НГТУ. Реконструкция полученных сигналов с отведения Fp2 подтвердила, что лучше всего искажение сигнала артефактом ЭОГ устраняется методом SEEMDAN. В более же простом случае, с использованием отведения O2, все рассмотренные методы дали примерно одинаковые результаты.

Таким образом, результаты исследования показали, что метод ЭМД обеспечивает достаточную эффективность и конкурентоспособность в задачах фильтрации сигналов ЭЭГ от физиологических артефактов. При этом метод SEEMDAN восстанавливает исходный сигнал ЭЭГ с меньшей погрешностью по сравнению с методами EMD и EEMD, а метод MEMD показывает явные преимущества перед остальными при обработке многомерных сигналов.

### **Список литературы**

1. И.М. Прищепа, И.И. Ефременко Нейрофизиология. - Минск: Высшэйшая школа, 2013. - 285 с.
2. Norden E. Huang, Zheng Shen, Steven R. Long, Manli C. Wu, Hsing H. Shih, Qunan Zheng, Nai-Chyuan Yen, Chi Chao Tung, Henry H. Liu Proc. R. Soc. Lond. A. "The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis." Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences 1998. 454. 903-995. 10.1098/rspa. 1998.0193.

## РАЗРАБОТКА ПУЛЬСОКСИМЕТРА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Д.А. Кривоногова, З.Н. Педонова  
Новосибирский государственный технический университет,  
pedonovaz@gmail.com

*В данной работе рассматривались способы измерения пульса. Рассмотрены существующие ветеринарные пульсоксиметры в общем плане и их недостатки. В конце предложена идея для разработки пульсоксиметра для среднего размера животных.*

**Ключевые слова:** пульсоксиметры, средние животные, домашние питомцы, фотоплетизмография.

Пульс один из самых просто определяемых и часто проверяемых показателей состояния здоровья. Пульсоксиметры измеряют насыщение крови кислородом, что полезно при выявлении проблем с дыханием и пульс. Для этого используют метод фотоплетизмографии.

Здоровье животных, как и людей, можно первично оценивать по пульсу и сатурации крови кислородом. Пульсоксиметры используются при многих заболеваниях с гипоксией и для общей оценки состояния организма животного[2]. Проблемой является то, что приборы для измерения пульса имеются только в ветеринарных клиниках и используются во время операции или единичной проверки состояния.

Целью данной работы является разработать идею уменьшенного пульсоксиметра для длительного ношения.

Метод фотоплетизмографии (оптической плетизмографии) осуществляется двумя способами: «на просвет» и «на отражение». В первом случае имеем излучатель и детектор с противоположных сторон измеряемой части тела. Во втором – с одной стороны.

Для нашей разработки будет использоваться метод «на отражение» не только из-за возможности длительного ношения, что нужно при нахождении животных в стационаре после операции, например, но и для облегчения конструкции. Существующие пульсоксиметры используют метод «на просвет» и их надевают, в основном, на уши пациентов, что не очень удобно в более длительном плане для самих животных[2].

Пульс у домашних животных может измеряться: на груди рядом с сердцем под левой лапой, в области шеи под головой и на внутренней стороне бедра. Исходя из этого очевидно, что разрабатываемый прибор должен иметь небольшие размеры и не сильно мешать движениям животного, а также крепко держаться на месте.

Условия крепкого нахождения на теле животного может обеспечить обыкновенная прогулочная шлейка. Достоинством является то, что она надежно держится на груди. Если уместить прибор в подвязку шлейки, то животное его даже не заметит, при этом оно будет снимать необходимые показания.

Базой для технической стороны прибора может послужить интегральный фотоприемник от компании «Maxim Integrated» из серии **MAX30102**. Данный тип датчиков имеет низкое энергопотребление, маленькие размеры (готовые платы с данным сенсором имеют размеры приблизительно 2 см) и спектр возможных применений, включающий в себя измерение пульса и насыщение крови кислородом [1]. Для удобства данные будут предположительно передаваться на телефон или планшетное устройство.

Таким образом, мы имеем почти готовую идею для практической реализации. Данный прибор может использоваться для отслеживания состояния животного как находящегося в стационаре клиники, так и в домашних условиях при наличии подозрений на заболевания или просто мониторинга состояния питомца.

### **Список литературы:**

1. Чистяков В. Пульсоксиметрия от Maxim: новый датчик MAX30102 [Текст] / Чистяков В. // Новости электроники. – 2016. - №7.
2. Принцип работы ветеринарного пульсоксиметра - [dixon.ru/news/useful/printsip-raboty-veterinarnogo-pulsoksimetra](http://dixon.ru/news/useful/printsip-raboty-veterinarnogo-pulsoksimetra)

## **РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ В КРОВИ НЕИНВАЗИВНЫМ МЕТОДОМ**

Ж.М. Нишанов

Новосибирский государственный технический университет  
[a.pavlov@corp.nstu.ru](mailto:a.pavlov@corp.nstu.ru)

*В данном проекте рассмотрен - неинвазивный, безболезненный и безопасный метод измерения глюкозы в крови. В основе этого метода были получены данные для селекции глюкозы и составлена блок-схема концептуального глюкометра, который определяет содержание глюкозы быстро и безболезненно. Выбраны основные электронные компоненты для реализации проекта.*

**Ключевые слова:** сахарный диабет, глюкоза, спектр поглощения, длина волны, неинвазивность, инфракрасное излучение.

Одним из самых распространённых болезней на данный момент является Сахарный Диабет. Диабет - хроническая болезнь, при которой тело человека не производит в достаточном количестве инсулин - гормон, необходимый для переработки сахара и другой пищи в энергию. Для всех больных диабетом или гипогликемией очень важно контролировать свой уровень сахара с помощью глюкометра.

Актуальность данной темы заключается в том, что все существующие на сегодняшний день глюкометры - инвазивные, необходимо сбор крови из пальца иголкой или ланцетом (болезненный метод), а также большой риск инфицирования. Вышеописанные проблемы делают данную тему актуальной.

### **Цель:**

Изучение методов анализа глюкозы и их применения.

Анализ сведений для разработки неинвазивного глюкометра.

Разработка прибора для измерения уровня глюкозы неинвазивным методом.

### **1. Спектральный метод измерения глюкозы**

При пропускании инфракрасного излучения через вещество происходит возбуждение колебательных движений молекул. При этом наблюдается ослабление интенсивности света, прошедшего через образец. Однако поглощение происходит лишь при тех длинах волн, энергия которых соответствует энергиям возбуждения колебаний в изучаемых молекулах. Следовательно, длины волн, при которых наблюдается максимальное поглощение ИК-излучения, свидетельствуют о наличии в молекулах образца тех или иных функциональных групп. [1] ИК-излучение характеризуется длиной волны  $\lambda$ , частотой  $\nu$ , которые связаны следующей зависимостью:

$$\nu' = \frac{\nu}{c/n} = \frac{1}{\lambda} \quad (1)$$

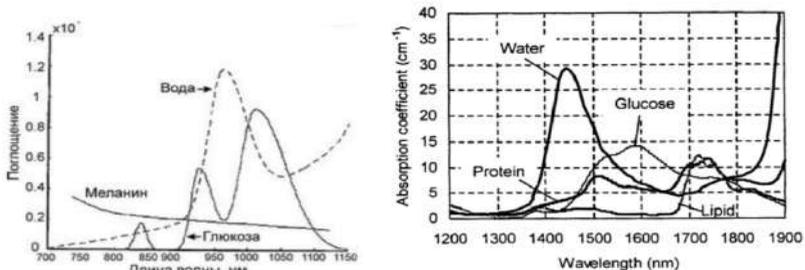
где  $c$  — скорость света, а  $n$  — показатель преломления среды.

### **2. Концептуальная разработка глюкометра неинвазивного типа**

Сенсор прикладывается к уху человека. Мы просвечиваем объект исследования ИК – излучением, электромагнитное излучение поглощается белками, липидами, меланином и глюкозой. Поглощения могут быть на разных частотах и спектрах, за что мы можем зацепиться и получать информацию о типе и количестве вещества в крови, в нашем случае глюкозы.

У глюкозы спектры поглощения на длинах волн (Рис.1):

$\lambda_1 = 1600$  нм при коэффициенте рассеяния света =  $14 \text{ см}^{-1}$ ,  
 $\lambda_2 = 1025$  нм при коэффициенте рассеяния света =  $9 \text{ см}^{-1}$ ,  
 $\lambda_3 = 930$  нм при коэффициенте рассеяния света =  $5 \text{ см}^{-1}$ ,  
 $\lambda_4 = 840$  нм при коэффициенте рассеяния света =  $2 \text{ см}^{-1}$



**Рисунок 1 – Спектры поглощения основных компонентов биологических тканей**

Блок-схема глюкометра приведена на рис. 2.



**Рисунок 2 – Блок-схема концептуального глюкометра**

**Достоинства метода:** Неинвазивность прибора, возможность непрерывного измерения, быстрдействие прибора, широкий диапазон измерений 1 – 20 ммоль/л.

**Недостатки метода:** Сложная конструкция, погрешность.

### Список литературы

1. Бабушкин А.А. Методы спектрального анализа / А.А. Бабушкин, П.А. Бажулин, Ф.А. Королев и др. – М.: Изд-во МГУ, 1962.
2. Попечителев Е.П., Корневский Н. Л. Электрофизиологическая и фотометрическая медицинская техника. – М.: Высшая школа, 2002.- С. 108-111

## РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ МОЗГА ПО СНИМКАМ МРТ

В.С. Овсянников, В.И. Гужов  
Новосибирский государственный технический университет  
Ghost.osnk@gmail.com

*Поскольку для постановки диагноза врачу необходимо изучать каждый отдельный МРТ-снимок интересующей области, это замедляет его работу и, следовательно, постановку диагноза. Для решения данной проблемы было решено разработать программу для автоматического построения 3D – модели коры головного мозга. Однако, на снимке, полученном в результате МРТ, помимо непосредственно мозга присутствуют глаза, нос, череп и т.д., что делает невозможным построение модели из исходных изображений. В связи с этим необходимо разработать алгоритм для автоматического выделения профиля мозга, что и является темой данной работы.*

Цель доклада – продемонстрировать разработанную компьютерную систему, предназначенную для автоматического выделения профиля мозга из кадров, полученных в ходе магнитно-резонансной томографии (МРТ).

На сегодняшний день магнитно-резонансная томография занимает ключевую позицию в области клинического исследования, обеспечивая возможность визуального отображения состояния внутренних органов человека. Но подобный подход обладает рядом недостатков, одним из которых является обязательное изучение каждого отдельного снимка интересующей области, что замедляет работу врача и, следовательно, установку диагноза.

Для обработки изображений был разработан комплекс алгоритмов, который условно можно разделить на 2 части: предобработку и, непосредственно, обработку.

К алгоритмам предобработки относятся такие пункты как изменение контрастности и выравнивание цвета. Первый из них необходим для устранения зашумлённости изображений и для улучшения работы детектора границ. Второй же решает проблему «неоднородности» цвета, что позволяет использовать алгоритм удаления внешнего контура.

Алгоритм удаления внешнего контура состоит из трёх этапов, первым является «проход» от краёв изображения к его центру в целях поиска «недопустимых» пикселей, затем происходит углубление к

центру от «недопустимых» пикселей на определённую величину. Последним этапом является непосредственно удаление внешнего контура.

Среди рассмотренных детекторов границ, наиболее точным оказался детектор границ Кенни, именно он и был использован в данном проекте.

Для доработки детектора границ был разработан алгоритм формирования замкнутого контура, состоящий из 3 этапов. Поиск разрывов; Анализ области около разрывов; Устранение разрывов.

Благодаря данному комплексу алгоритмов, можно получить изображение профиля головного мозга, которое, относительно «ручной» разметки будет иметь точность 87,91% по МСС.

### **Список литературы**

1. Создание алгоритма эквидистанты с применением методов контекстной среды [Электронный ресурс] URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2009/3/20..htm>;
2. Детектор границ Кенни [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/114589/>

## **РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИБОРА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ БОЛИ**

Я.П. Цельмер

Новосибирский государственный технический университет

e-mail: [pedonovaz@gmail.com](mailto:pedonovaz@gmail.com)

*В данной работе рассматривается разработка многофункционального физиотерапевтического прибора для уменьшения мышечной боли с использованием различных физических полей. В рассматриваемой разработке используются наиболее эффективные методы воздействия для устранения мышечной боли: магнитотерапия, инфракрасное излучение, вибротерапия, вакуумтерапия.*

**Ключевые слова:** мышечная боль, магнитотерапия, инфракрасное излучение, вибротерапия, вакуумтерапия.

В современном обществе, в результате малоподвижного образа жизни количество занимающихся людей спортом и физической культурой значительно увеличилось. Спортсмены-профессионалы, любители, начинающие, хотят как можно быстрее добиться успешных

результатов и показателей на тренировках. В связи с этим переусердствуют на тренировках.

В результате после интенсивной тренировки спортсмен испытывает боль в мышцах. Крайне важно за короткий промежуток времени снять мышечную боль и восстановить мышцы.

Этим вопросом о восстановлении после тяжелых тренировок занимается спортивная медицина. В этой области важной частью является физиотерапия, и использования воздействия различных физических полей.

В данной работе предлагается разработка многофункционального физиотерапевтического прибора для уменьшения мышечной боли с использованием различных физических полей. В рассматриваемой разработке используются наиболее эффективные методы воздействия для устранения мышечной боли.

В связи с вышеизложенным в работе была поставлена цель: выбрать наиболее эффективные физиотерапевтические методы для разрабатываемого устройства. Важность данного исследования заключается в положительном эффекте, который может быть достигнут в результате комбинированного воздействия выбранными воздействующими факторами.

#### **Магнитотерапия:**

В исследуемом аппарате возможно использование переменного низкоинтенсивного магнитного поля, которое окажет противовоспалительное и болеутоляющее действие, улучшит кровоток и способствует быстрому восстановлению мышц. Источник магнитного поля – катушка индуктивности (индуктор), образующая плоскость воздействия магнитного поля [1].

В устройстве будет использована катушка размерами: длина 2,4 см, ширина 2 см, 50 витков. Материал сердечника феррит М400, материал кожуха текстолит [2].

#### **Светотерапия (инфракрасное излучение):**

Биологические эффекты инфракрасного излучения обусловлены его влиянием на состояние клеточных мембран, вязкость крови. Клинические эффекты инфракрасного света проявляются в улучшении микроциркуляции крови, уменьшению ригидности мышц, и устранение болевого синдрома. В лечебно-профилактических целях инфракрасное излучение применяют с длиной волны 0,76 до 2 мкм. Главное в механизме действия инфракрасного излучения – тепловой эффект. Клинические эффекты инфракрасного света проявляются в улучшении микроциркуляции крови, уменьшению ригидности мышц, и устранение болевого синдрома [3].

В результате разработки в качестве источника излучения 0,45-2 мкм могут быть использованы галогенные лампы накаливания мощностью 20 Вт.

### **Вибротерапии:**

Вибрация обладает выраженным рефлекторным влиянием. Характер воздействия ее на ткани зависит от частоты и амплитуды колебаний. Выбор метода вибромассажа улучшит мышечно-суставное чувство, улучшает крово- и лимфообращение в массируемой области, снизит мышечный тонус (малые частоты 30–50 Гц) [4].

В данной разработке будет присутствовать вибромотор который работает со скоростью 2500 об/мин, что соответствует 41,6 Гц. Диапазон лечебно-профилактической вибрации составляет 20-60 Гц — такие значения выбраны для того, чтобы вибрации приборов не входили в резонанс с колебаниями человеческого тела. Значение входят в диапазон малой частоты, вибрация позволит воздействовать на мышечную ткань и снять болевые ощущения.

### **Выбор метода вакуумтерапии:**

Для вакуумной методики возможно использование принцип баночного массажа. Это позволит более глубоко проработать мышечную ткань и снять спазм. В литературных источниках А. В. Коробков и его соавторы обнаружили, что для восстановления физической активности у спортсменов продуктивно влияет метод вакуум-терапии. Организм спортсмена проявляет стойкость к физическим нагрузкам. Возможно устранение болевых ощущений после интенсивных физических нагрузок. Исследования автора стали основанием для рождения теории "эффекта локального отрицательного давления". В ходе результатов исследования в организме человека не существует приспособительных физиологических механизмов в результате воздействия вакуума на организм [5].

В данной разработке возможно использование микрокомпрессора, где максимальные и минимальные разрежения были подобраны так, чтобы значение входило в норму допустимого диапазона и не приносили вред, и болезненные ощущения пациенту. Максимальное разрежение, которое будет создавать устройство -50 кПа ( $\pm 10\%$ ). Минимальное-5 кПа ( $\pm 20\%$ ).

### **Результаты:**

1. Были предложены наиболее эффективные методы физиотерапевтического воздействия для устранения мышечной боли.
2. Анализ для исследования возможности их совмещения в разрабатываемое устройство.

3. Диапазон действующих параметров были подобраны так ,чтобы значения входили в норму допустимого и не допустит вред и болезненные ощущения пациенту.
4. В данной работе изложены факторы, которые могут действовать одновременно так и по раздельно, что предположительно увеличит эффективность в 1,5-2 раза и даст физиотерапевтический эффект [6].

#### **Список литературы:**

1. Педонова З.Н. Разработка биотехнической магнитоэлектрической системы для ускоренного заживления трофических язв при синдроме диабетической стопы. / З.Н. Педонова. - Новосибирск: НГТУ,2015.
2. Педонова З.Н. Разработка элементарного индуктора для системы магнитотерапии локального воздействия с дискретно-управляемой структурой поля./ З.Н. Педонова. Новосибирск: НГТУ,2015.
3. 17. Буйлин В.А.,Ларюшин А.И., Никитина М.В. Свето-лазерная терапия. Руководство для врачей.- Тверь: ООО «Издательство «Триада»,2004.-256 с.
4. Бирюков В.М. Вибрационная терапия:2009.-32с.
5. Михайличенко П.П. Основы вакуум-терапии: теория и практика. / П.П. Михайличенко. - М.: АСТ; СПб.: Сова, 2005.-318 с.
6. Кулиненко О.С. Физиотерапия в практике спорта/ Гречина Н.Е.,Кулиненко Д.О.-М.: «Спорт»,2017,-256 с.

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОД, ЭЛЕКТРОНИКА И МЕХАТРОНИКА

## ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВТОРОЙ ЗОНЫ ЦИЛИНДРА ПЛАСТИКАЦИИ

Р.М. Абсалямов , В.М. Кавешников  
Новосибирский государственный технический университет  
kaveshnikov@corp.nstu.ru

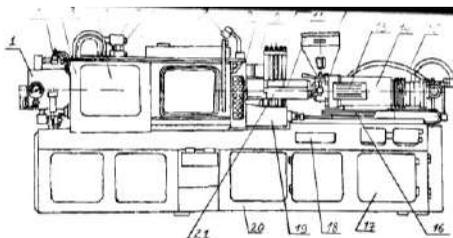
*Рассмотрены актуальные проблемы оптимизации системы регулирования температуры. Доказана актуальность и необходимость внедрения различных методов для повышения экономичности системы регулирования температуры.*

**Ключевые слова:** система регулирования, оптимизация, экономичность, энергоэффективность, экологичность, автоматизация

Целью данной работы является упрощение конструкции и оптимизация процесса регулирования температуры цилиндра пластикации машины литья под давлением.

Главной задачей, во время стадии пластикации , является обеспечение требуемой температуры расплава, максимальной однородности температуры по объему материала и минимального содержания деструктированного материала в подготовленной для формования порции расплава. Применение червяка позволяет эффективно нагревать и транспортировать термопластичные материалы. При вращении червяка материал, который находится в канале червяка, перемешивается, способствуя равномерному его нагреву от стенок цилиндра. Помимо тепла, передающегося от стенок цилиндра, значительное количество тепла материал может получить благодаря превращению механической энергии в тепло. Эта механическая энергия появляется в каналах червяка из-за преодоления сопротивления термопласта деформации.

Механизм запирания необходим для удерживания инструмента в замкнутом состоянии с выставленным усилием в период впрыска расплава в инструмент и выдержки, последнего, под давлением, раскрытия инструмента и удаления готового изделия, и окончательного его формования. Цилиндры малого сечения производят ускоренное



**Рисунок 1 – Внешний вид станка**

перемещение подвижной плиты. Благодаря силовому гидроцилиндру происходит запертие инструмента с необходимым для этого усилием.

Для задания количества вводимого материала, перехода на сниженное давление литья, для регулирования значения остаточного объема дозы, установки режима работы (с постоянно прижатым соплом к литниковой втулке, с отводом сопла), служит командоаппарат дозировки.

Блокировка ограждения предназначена для предотвращения перемещения подвижной плиты механизма запертия при открытом переднем или заднем ограждении.

Цилиндр пластикации предназначен для пластикации перерабатываемого материала и его дозирования перед впрыском.

Механизмы запертия и впрыска обслуживаются автономным гидроагрегатом, который соединен с рабочими гидроцилиндрами трубопроводами.

Гидрооборудование - масляный бак, насосы, работающие от электродвигателя, и система гидравлического управления, расположено внутри станины. Электродвигатель асинхронный - 4А180М4 мощностью 30 кВт и с частотой вращения 153 рад/сек.

Привод машины обеспечивается двумя аксиально-поршневыми насосами

### **Список литературы**

1. Брацыхин Е.А. Шульгина Э.С. Технология пластических масс Издат. Химия., 1982 г.
2. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении. М.: Машиностроение, 1976.
3. Правила устройства электроустановок, 7-е издание М., Издательство НЦ ЭНАС 2002 г.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОТЕЛЬНЫХ

С.Н. Андрияшин, С.В. Мятаж  
Новосибирский государственный технический университет  
myatezh@corp.nstu.ru

*Рассмотрены актуальные проблемы энергоэффективности котельных. Доказана актуальность и необходимость внедрения различных методов для повышения экономичности и экологичности котельных.*

**Ключевые слова:** котельная, котельные установки, экономичность, энергоэффективность, экология, автоматизация.

Главным показателем энергетической эффективности котельной является КПД, который учитывает потери топлива и теплоты при производстве и отпуске, а также затраты электроэнергии на привод механизмов. Достигнуть более высоких значений данного показателя возможно благодаря энергосберегающим мероприятиям.

Поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха. При сжигании топливных материалов важно правильно регулировать поступление воздуха в камеру сгорания. Если воздуха будет поступать мало, то количество кислорода для полного сгорания топлива будет недостаточно. Для того чтобы обеспечить процесс полного сгорания топлива требуется подводить достаточное количество воздуха, при этом избыток воздуха в камере сгорания также недопустим. В таком случае большое количество тепла расходуется на нагрев воздуха, не участвующего в химическом процессе горения из-за недостаточного перемешивания с топливом.

Определяющими факторами при выборе оптимального значения коэффициента избытка воздуха являются минимальные суммарные потери с уходящими газами и химическим и механическим недожогом.

С точки зрения экологии. Обогащение состава топливно-воздушной смеси приводит к увеличению содержания СО и НС в дымовых газах, увеличению расходов топлива и неэффективной работе камеры сгорания, а обеднение – увеличению содержания NOx.

Использование конденсационных теплообменников. Потери теплоты с уходящими газами значительны и могут достигать 25%. При номинальной нагрузке паровых котлов Т уходящих газов за экономайзером при работе на газе составляет 140-160 °С. У водогрейных 140-190 °С. В связи с этим все большее распространение получают конденсационные теплоутилизаторы,

позволяющие охлаждать уходящие дымовые газы ниже точки росы и дополнительно полезно использовать скрытую теплоту конденсации содержащихся в продуктах сгорания водяных паров.

Данное решение является достаточно эффективным в котельных установках. Оно не только позволяет сократить расход газа, но также имеет экологическое значение. За счёт охлаждения выходящих газов уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды.

Автоматизированное погодозависимое регулирование. Такая система управляет выработкой и отпуском тепловой энергии. В состав системы регулирования входят датчик контроля наружной температуры и контроллер. В контроллере устанавливается температурная кривая, отражающая зависимость изменения температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя. По выстроенной кривой автоматически определяются условия для создания теплового комфорта в помещениях.

Помимо обеспечения теплового комфорта в отапливаемых объектах, котельные, использующие погодозависимые системы регулирования, экономят до 15% топлива в сравнении с котельными, где данное решение не применяется.

Снижение расхода электроэнергии на 25-30% обеспечивает использование частотных приводов и устройств плавного пуска. Преобразователь частоты вентиляторов и дымососов полностью устраняет токовые перегрузки двигателя, а также исключает проскальзывание ремней. Устройство плавного пуска является регулятором напряжения, который обеспечивает плавный пуск и остановку двигателей, что значительно снижает пусковые токи и ограничивает провалы напряжения в сети. Помимо сохранения электрической энергии данное решение актуально за счёт продления срока эксплуатации двигателя на 15%.

Перечисленные мероприятия не только решают столь актуальную в наши дни проблему энергоэффективности. Их применение также ведёт к экономии затрат на обслуживание котельных установок, продлению срока эксплуатации оборудования и снижению вредоносного воздействия на экологию окружающей среды.

### **Список литературы**

1. Соколов Б. А., Котельные установки и их эксплуатация: учебник для нач. проф. образования. – М.: «Академия», 2008. – 432 с.
2. Брюханов О. Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 392 с.

## К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ УПРАВЛЯЕМОГО АКТИВНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПОДАВЛЕНИЯ ТОРСИОННЫХ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Д.Н. Белкова, В.М. Кавешников  
Новосибирский государственный технический университет  
vldi@yandex.ru

*В работе анализируются проблемы подавления торсионных субсинхронных колебаний в системах распределенной генерации (РГ), приводящих к возникновению повышенной виброактивности газотурбинных установок (ГТУ). На основании факторов, вследствие которых возникают резонансные явления, формируется подход к созданию устройств для эффективного демпфирования субсинхронного резонанса.*

**Ключевые слова:** торсионные колебания, автономные электроэнергетические системы, активный фильтр субгармоник тока

На некоторых нефтегазовых месторожденияхв России и в мире, электроснабжение которых осуществляется от автономных электростанций, работающих на попутном нефтяном газе (ПНГ), наблюдались отключения генераторов системой защиты от повышенной виброактивностипо причине возникновениясубсинхронного электромеханического резонанса в газотурбинных установках (ГТУ)[1, 2, 3]. Такие отключения приводят к серьезным экономическим и технологическим потерям.

Анализ данных, полученных в ходе текущего мониторинга технологических нарушений на одном из российских нефтяных месторождений, а также материалов ограниченных натуральных экспериментов, проведенных там с непосредственным участием специалистов кафедры ЭАПУ НГТУ, показывают, что причиной виброактивности является взаимный резонанс элементов ГТУ и нелинейных нагрузок сети, основная часть которых – мощные частотнорегулируемые электроприводы погружных насосов (ЧРП).Результат взаимодействия ГТУ и нагрузок может быть наглядно продемонстрирован осциллограммой тока нагрузки с наличием низкочастотной субгармоники с частотой около 12 Гц[4].

Целью работы является определение подхода к созданию оптимального решения для подавления субсинхронного резонанса в

автономного электроэнергетической системе, которое обеспечивает бесперебойную и надежную работу электростанции.

На первом этапе разработанного плана научных исследований [4] было составлено упрощенное математическое описание для возможности исследования процесса возникновения и развития крутильных (торсионных) колебаний ГТУ [5].

Математическое описание, включающее основные свойства необходимые для появления резонансных процессов, позволяет применять аналитические методы анализа и синтеза структуры и определения оптимальных параметров устройств, устраняющих вредную виброактивность ГТУ, в частности, активных фильтров субгармоник тока статора генератора (АФСТ).

АФСТ предназначен для демпфирования субсинхронного резонанса в автономной электроэнергетической системе.

### **Список литературы**

1. Comparison between electrical drives in LNG plant for subsynchronous torsional interactions / Hiroyuki Masuda, Yoshihiro Ogashi, Masahiko Tsukakoshi, Makoto Yoshimura [Electronic resource]. – URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/3be8/6ccea49daffecb0ab6e93ce23aca8f70f584.pdf>(датаобращения: 26.06.19).
2. Илюшин П.В. Проблемные технические вопросы работы объектов распределенной генерации в составе энергосистемы и подходы к их решению // ЭнергоЭксперт – № 1 – 2015.– С. 58-62.
3. Крутильные колебания на ГТУ и возможность распада изолированной энергосистемы/ Е.С. Трунин, В.М. Тараканов, С.П. Бойкин, С.И. Смирнов, Д.С. Генварев // Электрические станции. - 2017. - № 1. - С. 20-24.
4. Белкова Д. Н. Проблема подавления торсионных колебаний в системах распределенной генерации электроэнергии / Д. Н. Белкова, В. М. Кавешников // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 9 ч., Новосибирск, 3–7 дек. 2018 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Ч. 5. – С. 146-149.
5. Белкова Д. Н. Упрощенная математическая модель возникновения и развития торсионных колебаний в системах распределенной генерации // Молодежь, инновации, технологии: сборник научных трудов международной научно-технической конференции / под ред. Е.Г. Гуровой, С.В. Макарова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. С. 110-112.

## СИНТЕЗ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Е.В. Борисова, Е.С. Кучер  
Новосибирский государственный технический университет  
ktrnbrsv@mail.ru, kucher@corp.nstu.ru

*Цель данной работы заключается в синтезе и анализе адаптивной системы управления, которая должна обеспечивать желаемые показатели качества регулируемых координат асинхронного электропривода. Синтезированы система векторного управления асинхронным электроприводом по принципу подчиненного регулирования и методом сигнально-адаптивной обратной модели. Далее выполняется сравнительный анализ результатов моделирования систем.*

**Ключевые слова:** асинхронный электропривод, векторное управление, система подчиненного регулирования, сигнальная адаптация, обратная модель.

Наилучшие характеристики бездатчиковых асинхронных ЭП достигаются в системах с векторным принципом управления, для реализации которого необходимо косвенное получение информации о текущих значениях неизмеряемых координат состояния асинхронного двигателя (АД) – опорном векторе потокосцепления и электрической частоте вращения ротора двигателя.

Эта задача решается алгоритмами текущей идентификации (наблюдения) координат. Однако все алгоритмы идентификации координат состояния АД в той или иной степени чувствительны к отклонениям параметров машины от их расчетных значений. Соответственно, необходим синтез адаптивной системы управления.

На первом этапе работы был произведен параметрический и структурный синтез математической модели асинхронного электропривода, в основу которого заложен принцип векторного управления с ориентацией по направлению вектора потокосцепления ротора.

Далее выполнен синтез четырехконтурной системы подчиненного регулирования асинхронным электроприводом. Этот метод позволяет последовательно синтезировать контуры регулирования токов в полеориентированной системе координат  $I_d$ ,  $I_q$ , контуров регулирования потокосцепления ротора и скорости вращения вала двигателя. Настройка контуров регулирования токов и потокосцепления

производилась на модульный оптимум, контура регулирования скорости – на симметричный оптимум. [1]

В среде MATLAB Simulink проведено цифровое моделирование системы векторного управления АД.

На следующем этапе работы была разработана адаптивная система управления асинхронным электроприводом с помощью метода сигнально-адаптивной обратной модели [2]. Параметрическая адаптация обеспечит малую чувствительность системы управления двигателем к изменению активного сопротивления и индуктивности обмоток ротора. Данным методом синтезированы контур регулирования потокосцепления ротора и контур регулирования скорости.

Далее выполняется сравнительного анализа по результатам моделирования обеих систем в среде MATLAB Simulink.

Следующей задачей научно-исследовательской работы является синтез алгоритмов идентификации, то есть синтез наблюдателя, который необходим для вычисления оценок неизмеряемых координат.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. Пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.-143с.
2. Специальные разделы теории автоматического управления: учеб. пособие/ В.В. Панкратов, О.В. Нос. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. Ч. 2. 102 с.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В КНС**

А.Р. Гимадеев, В.М. Кавешников

Новосибирский государственный технический университет  
kaveshnikov@corp.nstu.ru

*В данной работе рассмотрена система автоматического регулирования уровня в резервуаре КНС. Описан технологический процесс работы канализационной насосной станции, произведено обоснование применения системы с частотно-регулируемым приводом на канализационной насосной станции, а так же рассмотрены энергетические характеристики насосного агрегата при частотном регулировании. Описан выбор оборудования необходимого для*

*модернизации канализационной насосной станции. Проведена проверка работоспособности проектируемой системы стабилизации уровня в КНС с помощью математического моделирования в среде для программирования MATLAB 2017a. Проведен анализ целесообразности проведения модернизации.*

Важное значение в промышленности имеет отвод сточных вод. При производстве какого-либо продукта образуются отходы, большее количество которых представляет вода. Для нормального функционирования предприятия необходимо удаление этих отходов, эта задача выполняется канализационной сетью. Канализационная сеть представляет собой несколько колодцев, в которые проводится слив воды из цехов, далее по трубопроводу эта вода поступает в накопительную емкость, из накопительной емкости перекачивается на очистные сооружения. В накопительной емкости необходимо поддержание определенного уровня.

Целью этой работы является разработка системы регулирования уровня с применением бесконтактного датчика уровня и применением для пуска и регулирования производительности насоса преобразователя частоты.

Центробежные насосы являются энергоемкими механизмами, на привод которых расходуется большое количество энергии.

Работа насосов канализационно-насосной станции осуществляется, в повторно-кратковременном режиме, в данном режиме имеются гидравлические потери, вызывая дополнительный перерасход электрической энергии.

Поэтому применение частотно-регулируемого электропривода позволит не только экономить значительную часть электроэнергии, но так же и снизит эксплуатационные затраты, связанные с обслуживанием агрегатов и систем. Например, снижение перепада давления между всасывающим и напорным патрубками насосного агрегата увеличивают срок службы сальниковых уплотнителей, практически исключая гидроудары и обеспечивает стабильность давлений в трубопроводах сетей, а также минимизирует затраты на обслуживание оборудования. Применение акустического датчика уровня позволяет системе выдерживать заданный уровень жидкости в приемном резервуаре.

В работе разработана система автоматической стабилизации уровня сточных вод в приёмной ёмкости канализационной насосной станции. Система автоматической стабилизации уровня реализована за счёт применения в системе акустического датчика уровня и преобразователя частоты, выполняющего регулирование частоты вращения

электродвигателя.

Была обоснована целесообразность применения системы с частотным регулирование перед системой с повторно-кратковременным режимом.

### Список литературы

1. Козлов А. Эффективность применения частотно-регулируемого электропривода на канализационных насосных станциях.// Современные технологии автоматизации. – 2005. – 89 с.
2. Герман-Галкин С.А. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.5. – М:Корона принт, 2001. – 346 с.
3. Электроприводы ИРБИ серии ИРБИ8. //Руководство по эксплуатации. Новосибирск. – 2017. – 4 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ В РВС-700

Д.А. Гладкий , В.М. Кавешников  
Новосибирский государственный технический университет  
kaveshnikov@corp.nstu.ru

*Рассмотрены актуальные проблемы оптимизации системы регулирования уровня. Доказана актуальность и необходимость внедрения различных методов для повышения экономичности и экологичности системы регулирования уровня.*

**Ключевые слова:** система регулирования, датчик уровня, преобразователь частоты, оптимизация, экономичность, энергоэффективность, экология, автоматизация

Подготовка нефти проводится в единой системе сбора и подготовки нефти и легких углеводородов, в которую входят комплексные установки обезвоживания, обессоливания и стабилизации нефти.

Одной из проблем, возникающих в этом проекте - контроль заданного параметра уровня нефти, поступающей с сепаратора концевой ступени сепарации КСУ через РВС-3000 м<sup>3</sup>, в резервуар РВС-700 м<sup>3</sup>.

Из-за неблагоприятного расположения резервуара РВС-3000 м<sup>3</sup> на одном уровне с резервуаром РВС-700 м<sup>3</sup>, нефть нуждается в подачи в резервуар РВС-700 м<sup>3</sup> с помощью наливного насоса. Регулирование

уровня нефти в резервуаре РВС-700 м<sup>3</sup> осуществляется уровнемером и с помощью насоса ЦНС105-294.

Решение данной проблемы производится за счет использования частотного регулирования скорости вращения электродвигателя насосного агрегата.

В основную часть включается описание технологического процесса установки налива нефти в резервуар. Насосная станция представляет собой единый комплекс, включающий в себя насосное и вспомогательное оборудование. Проанализировав объект автоматизации, определяется объём автоматизации. Система должна обеспечивать регулирование уровня в резервуаре, с использованием пропорционально-интегрально-дифференциального закона регулирования. Для электропривода регулирующего насоса должны быть предусмотрены следующие режимы управления: автоматический и кнопочный.

Исполнительный механизм должен быть оснащен приводом с электрическим сигналом управления.

Выбирается оборудование для управления технологическим процессом. Производится выбор насосного агрегата, предназначенного для перекачивания обводненной газонасыщенной и товарной нефти с температурой от 273К до 318К в системах внутрипромыслового сбора, подготовки и транспорта нефти. Насосы горизонтальные секционные ЦНСн применяются в отраслях нефтеперерабатывающей промышленности и подходят для данной системы.

Электропривод должен быть рассчитан на продолжительный режим работы с постоянной нагрузкой. Выбор электродвигателя для системы электропривода магистрального насосного агрегата выполняют, учитывая пусковые и нагрузочные режимы, условия обслуживания, требования к стабильности частоты вращения и режим потребления реактивной мощности на станции. Очень важно сделать правильный выбор преобразователя частоты. От него будет зависеть эффективность и ресурс работы всего электропривода в целом.

Выбор ПЧ может производиться по следующим параметрам:

1. Паспортная мощность ПЧ должна быть больше или равна паспортной мощности двигателя.

2. Номинальный длительный ток ПЧ должен быть больше (или равен) фактического длительного тока, потребляемого двигателем, также напряжение преобразователя должно быть больше или равно напряжению потребляемого двигателем насоса. DanfossAquaDriveFC202 - данный преобразователь частоты подходит для применения в системах электропривода, где необходимо

поддерживать заданный параметр, кроме того использование данного преобразователя дает возможность экономить электроэнергию от 25% до 40%. Выбирается датчик и строится принципиальная схема системы. Производится моделирование системы автоматического регулирования уровня в программе MATLAB 2017.

В разделах экономики и охраны труда рассматривается опасные, вредные производственные факторы, рассчитывается экономическая эффективность автоматизирования данной системы. Эффективность деятельности достигается за счет внедрения частотно – регулируемого электропривода. Срок окупаемости проекта составляет 1,74 года, что является экономически целесообразным.

### **Список литературы**

1. Осипова О.О., Технология переработки нефти и газа: метод. указания / О.О. Осипова. – Ухта: УГТУ, 2010.
2. Панкратов, В. В., Избранные разделы теории автоматического управления: учеб. Пособие / В. В. Панкратов, О. В. Нос, Е. А. Зима. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. — 223 с..

## **УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТИЙ – ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

М.В. Ярославцев, Н.С. Грибоедов  
Новосибирский государственный технический университет  
yaroslavcev@corp.nstu.ru

*Одной из основных проблем электромобилей является заряд аккумулятора. Для изучения характеристик аккумулятора разработан стенд, позволяющий моделировать реальные циклы нагрузки и исследовать процесс старения аккумулятора.*

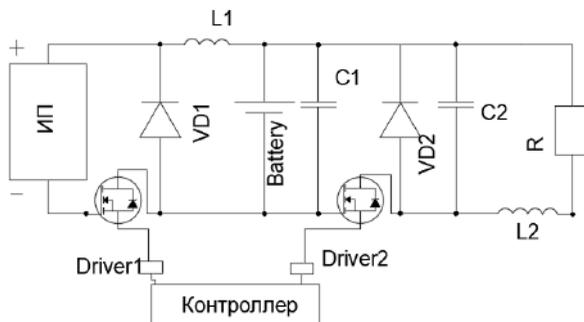
**Ключевые слова:** литий-ионный аккумулятор, физическая модель, разряд аккумулятора

В настоящее время происходит активное развитие электромобилей. Основным фактором, его ограничивающим, являются низкая удельная мощность аккумуляторов и их быстрая деградация в реальных условиях эксплуатации. Быстрая зарядка аккумулятора может производиться только на специализированных станциях заряда. В свою очередь ускоренный заряд требует больших токов (2-3Сi более), что приводит к перегреву аккумуляторов и ускоренной деградации их характеристик.

Для изучения влияния режима нагрузки на свойства аккумуляторов будет разработана специальная исследовательская установка, которая позволит провести опыты, и определить влияние цикла нагрузки на характеристики аккумулятора. Как показано в исследованиях, выполненных на кафедре ЭТК НГТУ [1, 2], циклы нагрузки батарей зависят от ряда факторов, включая конструкцию энергоустановки транспортного средства, условия дорожного движения, время года и других.

Целью работы является разработка стенда для исследования характеристик аккумулятора, позволяющего моделировать реальные циклы нагрузки и процесс старения аккумулятора. Стенд должен поддерживать ток заряда и разряда в соответствии с заданным нагрузочным циклом; измерять напряжение на аккумуляторе; измерять фактический ток заряда-разряда; выполнять оценку остаточного заряда по зависимости тока от времени; измерять запас энергии аккумулятора.

Для решения поставленных задач предложена схема, показанная на рисунке 1. Она позволяет реализовывать два режима: заряд и разряд. Ток разряда аккумулятора определяется коэффициентом заполнения импульсов, подаваемых на транзистор VT1, а ток заряда – коэффициентом заполнения импульсов, подаваемых на транзистор VT2.



**Рисунок 1 – Физическая модель устройства**

Номинальные значения элементов цепи определены на основании характеристик литий-ионного аккумулятора Rexam-18650 с емкостью 2400 мА\*ч, напряжением 3,7В и максимальным током 3С(8 А). При максимальном токе мощность аккумулятора составляет 30 Вт. Сопротивление разрядного резистора принято равным 0,46 Ом. По максимальному току и напряжению выбраны силовые ключи.

Для управления током аккумулятора в программе реализован ПИД-регулятор разряда аккумулятора. В рабочем цикле контроллера

происходит расчет тока в условных единицах и перевод в систему СИ. Входным сигналом регулятора является измеренный ток, а выходным сигналом является коэффициент заполнения.

В результате создана физическая модель стенда для исследования характеристик аккумулятора. Произведен расчет номинальных значений элементов цепи по характеристикам литий-ионного аккумулятора Rexant “18650” с емкостью 2400 мА\*ч, напряжением 3,7В.

### **Список литературы:**

1. Мятеж А.В., Ярославцев М.В. Определение энергоёмкости бортового буферного конденсаторного накопителя энергии для городского электрического транспорта //Транспорт Российской Федерации.– № 4 (47), 2013.– с. 62-65.
2. Мятеж А.В., Ярославцев М.В., Забелина Д.Д. Исследование сезонных изменений потребления электрической энергии троллейбусом // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. № 1-2, 2014. – с. 282-286.

## **СИНТЕЗ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВУХФАЗНЫМ ШАГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

В.А. Еланакова, Д.А. Котин

Новосибирский государственный технический университет  
veraelanakova@gmail.com

*В настоящее время шаговые двигатели применяются в приводах машин и механизмов, к которым предъявляются высокие требования точного воспроизведения заданных параметров движения. В работе рассмотрены подходы к синтезу замкнутой системы управления двухфазным шаговым электроприводом на основе алгоритма векторного управления.*

**Ключевые слова:** гибридный шаговый двигатель, векторное управление, ПИ-регулятор, математическая модель.

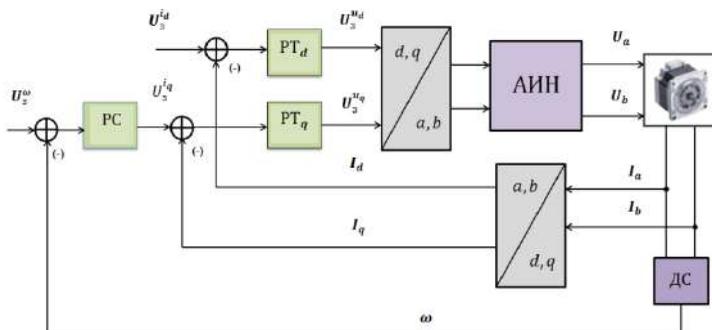
Шаговый электропривод представляет собой мехатронное устройство, преобразующее электрические импульсы в дискретные механические перемещения. При традиционном подходе к управлению разомкнутым шаговым электроприводом в микрошаговом режиме, точность отработки заданной траектории ограничена, также как ограничены и динамические показатели электропривода. В такой

системе становится возможным возникновение ошибок, которые при определённых условиях могут привести к установлению колебательных процессов в системе, пропуску шагов и к выпадению шагового двигателя из синхронизма [1].

В связи с повышенными требованиями к качеству выполняемого движения, целесообразным становится усовершенствование метода управления. Проблема пропуска шагов может быть решена за счёт внедрения в электропривод датчика положения, при наличии которого можно отказаться от шаговых методов управления и построить систему управления на основе алгоритма векторного управления с ориентацией по направлению вектора потокосцепления ротора [2]. Алгоритм векторного управления основан на поддержании угла  $90$  градусов между текущей позицией ротора в рамках одного полюса и вектором токов в обмотках двигателя. Такой способ обеспечивает высокую эффективность управления, позволяет снизить колебания момента, создаваемого двигателем, а также исключить пропуск шагов и обеспечить высокие динамические показатели.

В работе рассмотрены подходы к синтезу системы векторного управления шаговым двигателем. В качестве объекта исследования был выбран двухфазный гибридный шаговый двигатель. Гибридный двигатель представляет собой шаговый двигатель с постоянными магнитами и с большим количеством полюсов [1]. Момент в таком двигателе создаётся за счёт взаимодействия магнитных полей катушек и постоянного магнита в зубчатой структуре воздушного зазора.

Структурная схема системы векторного управления двухфазным шаговым электроприводом приведена на рисунке 1. Питание двигателя осуществляется от автономного инвертора напряжения. Регуляторы тока по продольной и поперечной осям и регулятор скорости выполнены во вращающейся системе координат, а система электропривода с векторным управлением построена по принципу подчинённого регулирования.



**Рисунок 1 – Структурная схема системы векторного управления двухфазным шаговым электроприводом**

### Список литературы

1. Кенио Т., Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. – М.: «Энергоатомиздат», 1987. – 200 с.
2. Acarnley P., Stepping motors: A guide to theory and practice. – UK: «Lightning Source UK Ltd», 2007. – 157с.

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА С УПРАВЛЯЕМЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ

О.А. Ефимова, М.В. Ярославцев

Новосибирский государственный технический университет  
yaroslavcev@corp.nstu.ru

*В ходе работы рассмотрена и проанализирована система электроснабжения метрополитена, принцип работы управляемого выпрямителя. Рассчитаны скоростные и тяговые характеристики, оценено влияние напряжения на тяговую характеристику. Смоделирована схема замещения тяговой подстанции метрополитена, рассчитаны потери электрической энергии в системе электроснабжения метрополитена. Определен экономический эффект внедрения управляемых выпрямителей.*

В тяговой сети наблюдаются колебания уровней напряжения, что вызывает неравномерную загрузку подстанций, создает повышенные потери энергии в тяговой сети и отрицательно влияет на тяговые характеристики электроподвижного состава. Данные вопросы были

исследованы в работе с целью сократить потери электрической энергии в системе электроснабжения метрополитена регулированием выходного напряжения с помощью выпрямительных агрегатов.

В тяговой сети используется раздельное двустороннее питание. Все секции соединены, и ток может переходить с одного перегона на другой. Для получения постоянного тока используются выпрямительные агрегаты, выполняемые на основе диодов или тиристоров. Использование последних позволяет регулировать уровень выходного напряжения.

При анализе данных об уровне напряжения в Новосибирском метрополитене за период с 14.07-19.07.2016 г. был выявлен большой разброс напряжений холостого хода подстанций (850-1100 В) и превышение уровня 975 В, установленного ГОСТ[1]. Есть два фактора, которые явно влияют на напряжение холостого хода подстанции:

- 1) Уровень напряжения в первичной сети 10 кВ;
- 2) Разный коэффициент понижения напряжения на разных тяговых подстанциях, вызванный применением различных типов оборудования и переключением регулировочных обмоток тяговых трансформаторов.

Для исследования влияния уровня напряжения на характеристики поезда был выполнен тяговый расчет и получены тяговые характеристики при максимальном и минимальном напряжении, допустимым по стандарту[2].

Для расчета потерь электрической энергии в системе электроснабжения Дзержинской линии Новосибирского метрополитена была смоделирована схема замещения[3] и выполнен расчет токов подстанций.

Из полученных результатов видно, что при одинаковом напряжении разброс токов подстанций становится меньше. Кроме того, становятся меньшими и потери мощности.

Обеспечить равенство нагрузки подстанций, высокое напряжение на токоприемнике каждого поезда и понизить потери в тяговой сети можно с помощью управляемых выпрямителей, обеспечивающих постоянство выходного напряжения вне зависимости от колебаний уровня напряжения первичной сети.

В результате работы получены следующие результаты:

1. Применение управляемых выпрямителей позволяет регулировать выпрямленное напряжение и ток тяговой подстанции, что позволит сократить потери энергии в тяговой сети.
2. Тяговые характеристики электропоезда метрополитена на высоких скоростях существенно различаются в зависимости от напряжения. При  $V = 25$  км/ч сила тяги отличается в 3 раза, а при  $V = 40$  км/ч – уже почти в 4 раза.

3. Для уменьшения потерь мощности необходимо, чтобы на тяговых подстанциях поддерживался одинаковый уровень напряжения и близкий к максимально допустимому.

4. Применение управляемых выпрямителей позволит повысить КПД системы электроснабжения на 3 %, сократить потери мощности с 577 до 259 кВт.

5. Экономический эффект от внедрения управляемых выпрямителей составит 569 тыс. руб. в год.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 6962-75 «Транспорт, электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений (с Изменением №1)»
2. Щуров Н.И. Теория электрической тяги: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 100 с.
3. Кузнецов С.М. Исследование на математической модели переходных процессов в тяговой сети железных дорог постоянного тока при пуске поезда / С.М. Кузнецов, И.С. Демиденко, М.В. Ярославцев, А.В. Гашкова, А.О. Кривова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.- 2009.- №2. – С. 324-327.

## **МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ**

М.В. Ярославцев, Р.Н. Латышев, Е.А. Земляков  
Новосибирский государственный технический университет  
yaroslavcev@corp.nstu.ru

*Целью данной работы является оптимизация потребления энергии системой подвешивания. Поскольку электромагнитный подвес находится в состоянии неустойчивого равновесия, большое значение имеет качество системы управления воздушным зазором. Создана модель электромагнитного подвешивания транспортного средства, управляемая ПИД-регулятором.*

**Ключевые слова:** электромагнитный подвес, маглев, ПИД-регулятор

На городском транспорте мира вводятся в эксплуатацию поезда на электромагнитном подвесе (EMS). Работа электромагнитного подвеса основана на использовании электромагнитных сил, возникающих в стальном сердечнике, при прохождении тока через катушку. В результате электромагнит притягивается к путевой структуре. С

помощью системы управления с обратной связью по зазору регулируется расстояние между электромагнитом и стальной балкой изменением коэффициента заполнения транзисторного ключа. [1,2]

Существенным недостатком транспорта с EMS является высокое потребление энергии системой подвешивания. Его сокращение может быть достигнуто оптимизацией конструкции электромагнита и системы управления. Для исследования характеристик системы подвешивания необходимо выполнить её моделирование. Перед физической моделью ставились следующие задачи:

1. Проверить систему управления воздушным зазором между направляющим рельсом и электромагнитом, составленную в программе MathLAB Simulink. Система должна поддерживать постоянный воздушный зазор, равный 10 мм, при низкой амплитуде колебаний.

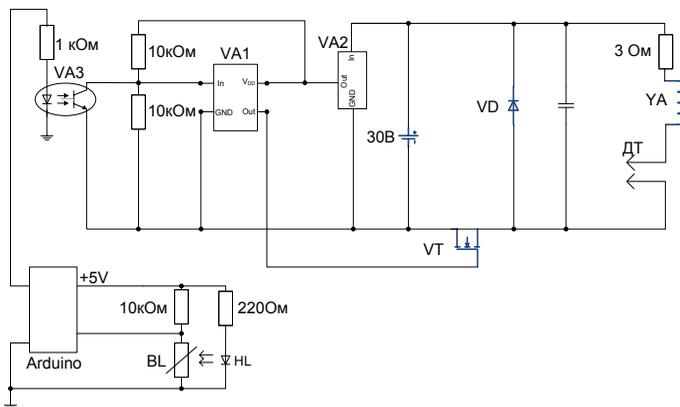
2. Проверить предварительный расчет потребляемого электромагнитом тока и его удельной мощности.

3. Определить потребление энергии в различных условиях (зависимость добавочное сопротивление и настройки регулятора зазора).

Для решения поставленных задач создана модель электромагнита, обеспечивающая подъем груза массой 500 г. В модели использован электромагнит с 560 витками медной проволоки сечением 0,8 мм<sup>2</sup>, навитой на стальной сердечник U-образной формы. Сопротивление катушки электромагнита составило 1,3 Ом. Для обеспечения быстрогодействия системы управления физической модели в силовую цепь последовательно катушке электромагнита подключен резистор 3 Ом.

Для управления системой и определения мощности подвеса необходимо измерять подаваемое на электромагнит напряжение, протекающий по нему ток и расстояние между электромагнитом и опорой.

Электрическая схема экспериментальной установки (рисунок 1) состоит из 2 частей: силовой цепи и цепи микроконтроллера. В силовую цепь входят электромагнит YA, резистор R, датчик тока ДТ, обратный диод VD, источник питания напряжением 30 В и полупроводниковый ключ VT на MOSFET-транзисторе, управляемый микроконтроллером через драйвер VA1. Цепь управления содержит стабилизатор напряжения VA2, формирующий напряжение 12 В для питания драйвера, драйвер силового ключа, оптопару VA3 для гальванической развязки драйвера и микроконтроллера, датчик тока силовой цепи, а также светодиод HL и фоторезистор BL, используемые для измерения зазора.



**Рисунок 1 – Схема установки магнитного подвеса**

Мощность, потребляемая созданной моделью электромагнитного подвеса, составила 40 Вт. Дальнейшей задачей является улучшение стабильности работы ПИД-регулятора, исследование особенностей энергопотребления системы подвешивания.

### **Список литературы**

1. Зайцев А.А., Талашкин Г.Н., Соколова Я.В. Транспорт на магнитном подвесе: монография. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 160 с.
2. Сахаров П.В., Проектирование электрических аппаратов. – М.: «Энергия», 1971. – 560 с.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДЪЕМА МОНТАЖНОГО КРАНА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 300Т**

Р.И. Зинков, В.М. Кавешников

Новосибирский государственный технический университет

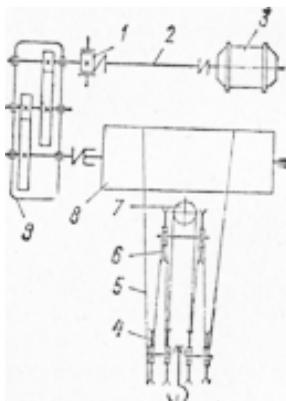
*В данной работе представлено исследование системы электропривода подъема монтажного крана грузоподъемностью 300т. В первой части доклада раскрывается цель работы и рассматривается объект исследования. Во второй части описываются предполагаемые результаты исследования.*

Целью данной работы является упрощение конструкции и повышение надежности работы механизма подъема.

В мостовых кранах механизм подъема груза размещен на крановой тележке. В зависимости от назначения крана тележки комплектуют одним, двумя или, весьма редко, тремя механизмами подъема: главным — на номинальную грузоподъемность и вспомогательными на грузоподъемность, меньшую номинальной в 3—5 раз для кранов средней грузоподъемности и в 4—10 раз для кранов большой грузоподъемности.

Схема механизма подъема кранов общего и специального назначений зависит от многих факторов: типа грузозахватного устройства, массы поднимаемого груза, высоты подъема, необходимых устойчивых скоростей подъема или опускания груза и т. д. Если в качестве грузозахватного устройства применяют крюки, грузовые петли, одноканатный грейфер и т. п., то для подъема груза используют только один механизм подъема. Кинематическая схема такого механизма подъема, характерного для кранов грузоподъемностью 80...320 т, приведена на рисунке 1.

Этот механизм состоит из грузового каната, сбегаящего с барабана и огибающего блоки крюковой подвески, обводные блоки и уравнительный блок, редуктора, снабженного тормозом, промежуточного быстроходного вала и приводного электродвигателя. Для выигрыша в тяговом усилии в механизмах подъема используют полиспаст, который представляет собой систему подвижных (в крюковой подвеске) и неподвижных (обводных) блоков. Механизмы подъема кранов грузоподъемностью 80...320 т отличаются от кранов меньшей грузоподъемности наличием дополнительной понижающей зубчатой передачи или второго редуктора, с помощью которых выходной вал главного редуктора соединен с барабаном. При этом второй редуктор выполняет функцию быстроходной передачи. Колесо дополнительной зубчатой передачи жестко соединено с барабаном, а шестерня установлена на отдельном валу на опорах и присоединена к выходному валу основного редуктора с помощью зубчатой муфты или установлена на выходном валу редуктора. Для уменьшения консольной нагрузки, действующей на вал редуктора, используют дополнительную опору-кронштейн, присоединяемый к корпусу редуктора.



**Рисунок 1 – Схема механизма подъема с приводом от электродвигателя**

Указанная цель достигается тем, что в механизме подъема груза стрелового крана стрела выполнена с направляющими, а привод механизма подъема груза смонтирован на стреле и снабжен колодкой, взаимодействующей с винтом и размещенной в направляющих стрелы, при этом трособлочная система содержит два троса, концы которых закреплены к упомянутой колодке в точках, лежащих в плоскости, проходящей через оси винта, и расположенных по обе стороны и на равных расстояниях от последней.

Данная конструкция механизма грузоподъемных кранов является наиболее простой и надежной, повышает безопасность работы, позволяет надежно удерживать груз в заданном положении, позволяет снизить вес и материалоемкость механизма подъема, а также обеспечивает заданное постоянное положение груза без предварительной центровки для предотвращения перекосов.

### **Список литературы**

1. Интернет-ресурс <http://stroy-technics.ru>.
2. Патент «Механизм подъема груза стрелового крана», УДК 621.874 (088.8).

## ТРЕХМЕРНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЩИТ

Е.Е. Кобзев, Д.М. Фазлыев, А. Краснятов, И.С. Дымов

Новосибирский государственный технический университет  
shamet01@yandex.ru

Информационный трехмерный щит, разрабатываемый студентами Новосибирского государственного технического университета, в первую очередь направлен на поднятие текущего способа предоставления информации на качественно новый уровень. Фирмы-производители товаров и услуг заинтересованы, чтобы их продукция запоминалась среднестатистическим потребителям, поэтому для продвижения и формирования положительного имиджа информацию предлагается располагать на заранее разделенной плоскости, каждая ячейка которой с помощью электродвигателя может изменять свое положение относительно начальной плоскости, тем самым создавая объемную конструкцию передаваемого сообщения.

На сегодняшний день трудно недооценивать ценность информационной индустрии для современного общества. Но с развитием технологий представления материала, возникает проблема конкурентоспособности его визуализации. Это связано с непрерывным ростом многосложности дизайнерских идей объекта представления и установлением новых запросов к внешнему виду от заказчика. Целью выполнения проекта является создание информационного трехмерного «умного» щита для дополнительной визуализации представленной на нем информации.

Информационный трехмерный щит состоит из автоматизированных **ячеек-сот**, которые в заданное время перпендикулярно общей плоскости его поверхности перемещаются на определенное расстояние при помощи **шаговых двигателей**, которые представляют собой наиболее целесообразными со стороны позиционного управления за счет точного программного регулирования положения собственного вала. Таким образом, изменяя расстояние с помощью двигателей, можно получить объемное изображение.

Для преобразования движения из вращательного (вращение вала двигателя) в поступательное (движение ячеек-сот) была выбрана и рассчитана **передача шестерня-рейка**. Внутри каждой ячейки на одной из сторон установлена зубчатая рейка, при этом на валу каждого соответствующего электродвигателя закреплено зубчатые колесо. При вращении вала на заданный угол ячейка будет перемещаться на

расчетное расстояние относительно общей плоскости щита. Ячейки при совершении поступательного движения вперед и назад должны быть ограничены между собой уровнями, для обеспечения точного и безопасного перемещения по всей конструкции. Для решения данной проблемы предлагается между каждым уровнем по высоте устанавливать тонкий алюминиевый профиль, который значительно усилит жесткость конструкции.

Ключевой задачей на текущий момент является выбор технологии изготовления ячеек-сот, а так же корректность выбор их размеров.

Предложенная информационная концепция будет привлекать внимание большого количества людей. Трехмерная информация легко и быстро отолжется в умах людей, которые с огромным желанием захотят рассказать о невероятном зрелище своим друзьям, что сделает товар еще более популярным.

На текущий момент реализуется прототип информационного щита, с размером ячеек 25x25x40 мм. Создание данного прототипа позволит визуализировать идею и принцип работы данного проекта.

#### **Список литературы:**

1. Азарян А.А., Черных С.В., Волошин А.П. Особенности применения шаговых двигателей для электропривода механизмов с программным управлением. Инновационная наука. 2015. Т. 2. № 4. С. 6-8.
2. Киреев Э.А., Шерстнев С.Н. Полный справочник по эл.оборудованию и электротехнике (с примерами расчетов) КНОРУС, Москва, 2013. - 864с.
3. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. -М.: КолосС, 3-е издание, 2007.-344

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ**

А.А. Кущенко, Д.А. Котин  
Новосибирский государственный технический университет  
d.kotin@corp.nstu.ru

*Постоянный рост и развитие городов приводит к необходимости развития систем коммунальных услуг, и в частности систем водоотведения. Системы автоматизированного управления позволяют расширить возможности станций водоотведения, повысить работоспособность и снизить количество ошибок в*

*системе. В данной работе проводится разработка и исследование алгоритмов управления канализационной станцией. Исследование включает в себя анализ реальных показателей станции, так как в работе рассматривается существующий объект, на котором применена разработанная система автоматики. Также, рассматриваются средства автоматизации в виде контроллера со специализированным ПО, и SCADA-система с возможностью системного анализа данных о работе станции.*

**Ключевые слова: SCADA-система, промышленный контроллер, канализационная станция, стоковые воды, водоотведение, программное обеспечение (ПО)**

Целью исследования в данной работе является повышение рабочих показателей станции и снижения количества отказа систем и подсистем станции, путем внедрения разработанного проекта автоматизации. Проект автоматизации включает в себя разработку специального ПО для технологического контроллера, с помощью которого осуществляется полное управление станцией. ПО позволяет создавать адаптивный алгоритм группового управления электродвигателями станции и доп. системами, исходя из желаемых параметров и результатов, что является объектом исследования.

Данная проблема имеет высокую степень актуальности ввиду быстрых темпов урбанизации, что повышает нагрузку на работу всех коммунальных хозяйств. Также, для подтверждения актуальности проведен теоретический анализ и обработка статистических данных для исследования тенденции развития тематики. Используются данные о патентах и публикациях за последние 20 лет (1997-2017 г.г.).

Особенностью данной работы является экспериментальное подтверждение работоспособности разработанной системы. Примером является существующая канализационная станция в г. Барнаул. Работа станции поддерживается и регулируется с помощью исследуемого алгоритма управления. Благодаря данной особенности для анализа исследуемого объекта применимы реальные данные о работе станции.

### **Список литературы**

1. Кинебас А. К., Панкова Г. А., Ломбас С. В., Юдин М. Ю., Ильин Ю. А., Игнатчик В. С., Игнатчик С. Ю. Методика мониторинга канализационных насосных станций . – М.: «Водоснабжение и санитарная техника», 2010. – 11 с.
2. Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции. – М: «Стройиздат», 1986. – 320 с.

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С УПРАВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ

И.В. Лапуха, В.И. Сопов  
Новосибирский государственный технический университет,  
sopov@corp.nstu.ru

*Рассмотрены актуальные проблемы систем электроснабжения с управляемыми источниками питания. Доказана актуальность и необходимость внедрения различных методов для понижения потоков реактивности.*

**Ключевые слова:** электроснабжение, нефтегазовый комплекс, реактивная мощность, управляемые источники питания.

Одной из самых главных проблем в нефтегазовых комплексах является система электроснабжения. Целенаправленное воздействие на баланс в распределительных сетях с целью снижения потерь электроэнергии осуществляется с использованием компенсирующих устройств. Для поддержания требуемых уровней напряжения в узлах электрической сети потребление реактивной мощности должно обеспечиваться требуемой генерируемой мощностью с учетом необходимого резерва. Генерируемая реактивная мощность складывается из реактивной мощности, вырабатываемой генераторами электростанций и реактивной мощности компенсирующих устройств, размещенных в электрической сети и в электроустановках потребителей электрической энергии.

Мероприятия по компенсации реактивной мощности на предприятии позволяют уменьшить нагрузку на трансформаторы, увеличить срок их службы, использовать провода, кабели меньшего сечения за счет уменьшения нагрузки на них, улучшить качество электроэнергии у электроприемников (за счёт уменьшения искажения формы напряжения), уменьшить нагрузку на коммутационную аппаратуру за счет снижения токов в цепях, снизить расходы на электроэнергию. также имеет экологическое значение. За счёт охлаждения выходящих газов уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды.

В результате проведенных исследований можно составить установки компенсации реактивной для автоматического регулирования коэффициента мощности. Конденсаторные установки позволяют поддерживать необходимое для потребителя значение коэффициента мощности как в автоматическом режиме в пределах.

Осуществлять мониторинг значения коэффициента мощности  $\cos \varphi$ . Снизить общие расходы на электроэнергию, а также повысить ее качество непосредственно в сетях предприятия. Увеличить срок службы элементов распределительной сети, уменьшив их нагрузку.

### **Список литературы**

1. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г.Меньшов, М.С.Ершов, А.Д.Яризов. М.: Недра, 2000. – 487 с.
2. Бадрызлов Д. Системы автономного энергообеспечения нефтяных месторождений. / Нефтегазовая вертикаль. - 2006. - № 9-10. - С. 128-130.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СОСТАВЕ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ**

Е.Н. Литвинчук, А.А. Штанг  
Новосибирский государственный технический университет  
shtang@corp.nstu.ru

*Рассмотрены актуальные проблемы энергосбережения при работе привода переменного тока. Доказана актуальность и необходимость внедрения частотных преобразователей с целью снижения энергопотребления. Предложены возможные пути решения проблемы.*

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, регулирование частоты вращения, энергосбережение, насосный агрегат, преобразователь частоты

Совершенствование производства, распределения и потребления всех видов энергии в последние годы стала одним из приоритетных направлений технического развития в развитых странах мира. Это связано как с непрерывно возрастающей сложностью и стоимостью добычи энергоресурсов, которые в большей степени являются не возобновляемыми и ограниченными, так и с глобальными проблемами в сфере экологии. Одним из направлений решения проблемы энергосбережения является снижение непроизводительных потерь энергии.

До 65% электроэнергии в нефтегазовой промышленности и других отраслях расходуется электроприводами насосных, вентиляторных и компрессорных установок. Большая часть, из которых является нерегулируемой [1]. Приводы без регулирования частоты вращения не

исключают вредных динамических воздействий на оборудование, что может приводить к замене составляющих и к выходу оборудования из строя. Прямой пуск асинхронных электродвигателей сопровождается броском пускового тока, что вызывает большие электромагнитные и механические ударные нагрузки на двигатели и на приводимые ими исполнительные механизмы. Это может приводить к выходу из строя дорогостоящего технологического оборудования и к значительным затратам на его ремонт. Помимо этого при запуске таких агрегатов происходит большая нагрузка на сеть, что уменьшает стабильность работы других потребителей. Поэтому в настоящее время непрерывно растет число предприятий, внедряющих электроприводы с регулируемой частотой вращения, которые являются ключом к энергосбережению, повышению рентабельности и конкурентоспособности производства.

Одним из распространённых способом регулирования напора насосного агрегата является установка задвижки на выходе из насоса или регулируемой гидравлической муфты. Эти способы являются простыми, но и одновременно энергозатратными.

Более экономичным способом регулирования частоты вращения в широком диапазоне оборотов является применение полупроводниковых преобразователей. Скорость вращения вала электродвигателя изменяется пропорционально частоте и амплитуде подводимого к статору напряжения. Несмотря на их, более высокую стоимость регулирование напора насосных агрегатов за счет применения частотных преобразователей целесообразно там, где необходимо плавное регулирование в широком диапазоне при постоянно меняющихся уровнях нагрузки. КПД преобразователя частоты составляет 97,5-98,5% и мало зависит от скорости вращения вала электродвигателя и различных моделей приводов [2].

Предлагается имитационная модель системы автоматического регулирования для нефтедобывающего комплексного электрооборудования с применением регулируемых электроприводов насосных агрегатов с целью поиска вариантов повышения их энергоэффективности и надежности.

Результаты моделирования могут быть использованы для создания системы и комплексного оборудования с повышенными показателями энергоэффективности, как в нефтедобывающей промышленности, так и в других сферах применения насосных агрегатов с переменными нагрузками.

## Список литературы

1. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение. М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
2. Афанасьев А.В., Беккер Л.М. Применение ЧРП для повышения энергоэффективности насосной установки [Электронный ресурс] // ООО "Энергия – насосы и арматура", г. Москва, 2011г. - Режим доступа: <http://www.mnz.ru/stat-i/primenenie-chrp-dlya-povisheniya-energoeffektivnosti-nasosnoy-ustanovki>.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ В СИСТЕМАХ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Матюхова Е.С., Кучер Е.С.

Новосибирский государственный технический университет  
[eavalanche@mail.ru](mailto:eavalanche@mail.ru), [kucher@corp.nstu.ru](mailto:kucher@corp.nstu.ru)

*В данной работе рассматриваются вопросы регулирования скорости в электроприводах переменного тока на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Особое внимание уделено некоторым способам синтеза регуляторов токов статора и скорости ротора. Также в работе приведены результаты цифрового моделирования системы векторного управления синхронным двигателем и сравнительный анализ полученных переходных процессов.*

**Ключевые слова:** синхронный двигатель с постоянными магнитами; векторное управление; регулирование скорости, ПИ-регулятор; регулятор скорости по возмущению, метод локализации

Проведенные исследования [1] показывают, что синхронный двигатель с постоянными магнитами имеет коэффициент полезного действия, в среднем, на 2% более высокий, чем высокоэффективный асинхронный двигатель при условиях: статор имеет одинаковую конструкцию; управление двигателями осуществляется одним и тем же преобразователем частоты. Также синхронный двигатель с постоянными магнитами (СДПМ) по сравнению с другими двигателями обладает наилучшими показателями по соотношениям мощность/объем, момент/инерция и др.

Если в требованиях к системе автоматического управления (САУ) имеются высокое быстродействие, большая точность, малое перерегулирование целесообразным будет применение векторного управления. Электрическая машина, в соответствии с принципом векторного управления, представляется системой связанных векторов,

учитываются не только значения векторов, но и их направления. Для упрощения задачи вводятся вспомогательные системы координат, в которых направления векторов электрических и электромагнитных величин электрической машины в каждой из фаз раскладываются на составляющие таким образом, чтобы максимально упростить систему управления этой электрической машиной.

Основой для проведенного исследования послужило математическое описание СДПМ в системе координат  $d$ - $q$ , ориентированной по направлению вектора потокосцепления ротора. Данное математическое описание широко известно [2] и представляет собой систему из 4 уравнений - два из которых, есть выражения для токов по осям  $d$  и  $q$ , уравнение электромагнитного момента и основное уравнение движения электропривода (ЭП).

Следующим шагом был осуществлён синтез трехконтурной САУ для исследуемого СДПМ. Полученная система представляет собой систему подчиненного регулирования, где настройки контуров соответствуют стандартным, а именно, пропорционально-интегральные регуляторы токов получены настройкой соответствующих контуров на модульный оптимум, а регулятор скорости – на симметричный. В дальнейшем все полученные результаты будут сравниваться с классической САУ.

В целях повышения качества переходных процессов рассмотрены иные способы определения передаточных функций регуляторов токов и скорости в исходной системе. Так была получена САУ, синтезированная на основе метода локализации [3]. Идейной основой метода являются предельный принцип локализации за счет введения глубокой обратной связи. Для расчета регуляторов указанным методом необходимо сформировать закон управления по старшей производной, получить уравнение желаемых движений для старшей производной, а также, при необходимости, синтезировать дифференцирующий фильтр, который будет вычислять обозначенную производную, если данный сигнал не подлежит прямому измерению, и обеспечивать помехозащищенность.

Также была рассмотрена методика синтеза регулятора скорости двигателя по возмущению, подробно описанная в [4]. Основой для расчета регулятора скорости данным методом является идея о том, что пропорциональную и интегральную часть регулятора можно однозначно рассчитать, если известны частота среза ЛАЧХ.

## Список литературы

1. Markus Lindeger. Economic viability, applications and limits of efficient permanent magnet motors.- Switzerland: Swiss Federal Office of Energy, 2009
2. T. Sebastian and G. R. Slemon, "Operating limits of inverter-driven permanent magnet motor drives," IEEE CH2272-3/86, pp. 800-805, 1986.
3. Панкратов В.В. Избранные разделы теории автоматического управления / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 233с.
4. Панкратов В. В., Берестов В. М. Методика параметрического синтеза регуляторов скорости транзисторных электроприводов по возмущающему воздействию // Материалы второй научно-технической конференции с международным участием «Электротехника, электромеханика и электротехнология» ЭЭЭ – 2005 (Новосибирск, 25-26 октября 2005 г.). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – С.61-64.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

М.С. Межинских, С.В. Мятаж  
Новосибирский государственный технический университет  
myatezh@corp.nstu.ru

*Рассмотрены способы управления аппаратом воздушного охлаждения(АВО). Предложена схема питания асинхронных короткозамкнутых двигателей с использованием одного преобразователя частоты. Разработан алгоритм программы управления двигателями АВО и регулирования температуры газа.*

**Ключевые слова:** аппарат воздушного управления, алгоритм управления, энергоэффективность, автоматизация.

В следствии подготовки газа на компрессорной станции, для дальнейшей транспортировки по магистральному трубопроводу, происходит его нагрев при компримировании. Для энергосбережения газ необходимо охлаждать при помощи аппарата воздушного охлаждения(АВО) газа.

На большинстве газовых промыслов применяется способ управления АВО газа, заключающийся в ручном или дистанционном включении-отключении вентиляторов, число которых определяется оператором. При таком регулировании мощность[1], потребляемая на охлаждение, изменяется пропорционально числу включенных

вентиляторов, и, при прочих равных условиях, аналогично изменяется температурный перепад на установке охлаждения газа. Недостатками такого способа регулирования является, обусловленная дискретностью, низкая точность регулирования и большие длительные пусковые токи асинхронных короткозамкнутых двигателей вентиляторов.

Для решения проблемы энергосбережения и поддержания требуемой температуры газа на выходе АВО целесообразно использовать автоматическую систему управление АВО с использованием частотного преобразователя(ПЧ)[2].

При таком способе регулирования температурный перепад изменяется пропорционально частоте вращения вентиляторов, а мощность на валу, зависит от частоты вращения в третьей степени. Благодаря этому при работе АВО с неполной нагрузкой и, соответственно, снижении частоты вращения достигается значительное уменьшение расхода электроэнергии на нужды охлаждения.

На рисунке 1 приведена схема питания двигателей АВО в упрощенном виде. Которая позволяет использовать всего один ЧП малой мощности рассчитанный на один двигатель, реализовать плавный пуск и частотное регулирования в широком диапазоне каждым двигателем. Всем этим управляет промышленный контроллер по авторскому алгоритму.

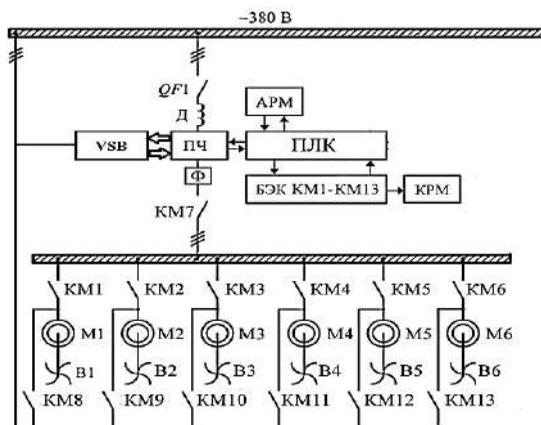


Рисунок 1 – Схема питания двигателей АВО в упрощенном виде

При работе АВО по авторскому алгоритму управления обеспечивается точное регулирование температуры газа на выходе из аппарата, экономия электроэнергии на нужды охлаждения газа за счет оптимальной последовательности подключения дополнительных вентиляторов и равномерный расход ресурса каждого электродвигателя.

Постоянное использование частотного управления для одного вентилятора, т.е. в ходе регулирования всегда какой-нибудь привод вентилятора подключен через ПЧ, обеспечивает экономию приблизительно 30-40% от мощности одного асинхронного двигателя вентилятора.

### **Список литературы**

1. Артюхов, И.И. Ресурсосберегающая технология охлаждения газа на компрессорных станциях / И.И. Артюхов, И.И. Аршакян, Р.Ш. Тарисов, А.А. Тримбач, Е.В. Устинов // Вестник Саратовского Гос. технического ун-та. – 2011. – № 1 (54) вып. 3. – С.25 – 32.
2. Аршакян И.И. Повышение эффективности работы установок охлаждения газа / И.И. Аршакян, А.А. Тримбач // Газовая промышленность. 2006. № 12. С. 52 – 55.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАГРЕВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ТОВАРНОЙ НЕФТИ**

А.А. Мочалов, В.М. Кавешников

Новосибирский государственный технический университет  
kaveshnikov@corp.nstu.ru

*В докладе представлено исследование оптимизации процесса нагрева нефти в подогревателе вида ПТБ-10А на установке подготовки нефти «Родинка». После проведенного анализа процесса предложена система автоматического регулирования температуры на базе программно-технических средств фирмы Siemens. Описана технология процесса, произведен выбор оборудования и собрана модель системы в программе Matlab, с помощью которой получены графики переходных процессов при различных значениях.*

**Ключевые слова:** автоматизация, оптимизация, нефть, газ, подготовка, обезвоживание, обессоливание, температура, подогреватель, датчик, модель, система

При добыче нефти, в ее составе присутствует множество компонентов (вода, механические примеси, минеральные соли, попутные газы), которые затрудняют ее транспортировку и дальнейшую переработку. Присутствие воды в нефти приводит к увеличению вязкости нефти, по сравнению с чистой нефтью, а также к повышению ее цены на транспортировку, так как повышается объем. Механические примеси приводят к разрушению трубопроводов, ухудшению качества нефтепродуктов, абразивному износу для нефтеперекачивающего оборудования. Наличие минеральных солей приводит к ускоренной коррозии нефтеперекачивающего оборудования и трубопроводов.

Все перечисленные проблемы обуславливают необходимость в качественной подготовке нефти, в состав которой входят обезвоживание, обессоливание и ее стабилизация. Подготовка нефти проводится в единой системе сбора и подготовки нефти и легких углеводородов, в которую входят комплексные установки обезвоживания, обессоливания и стабилизации нефти.

При нагреве нефти в теплообменниках важно поддержание температуры нефти в пределах 50 – 70 °С (120 – 140 °С), в зависимости от сорта нефти, для лучшего обезвоживания нефти. При таких температурах нефть обезвоживается эффективнее и быстрее, за счет снижения вязкости среды, а вода лучше собирается в капли (процесс коалесценции).

Для решения проблемы поддержания необходимой температуры был подобран контроллер CPU-1512 фирмы Siemens. Для более точного и быстродействующего регулирования температуры решено не пользоваться стандартным блоком регулятора (CONT\_S), имеющимся в среде TIA Portal, а разработать собственный ПИ-регулятор адаптированный как к параметрическим, так и сигнальным возмущениям. Так же в программе возможна реализация системы противоаварийной защиты, сбор и передача данных в АСУ верхнего уровня.

Предполагается, что данная система управления обеспечит высокие технико-экономические показатели, позволит обеспечить оптимальное безаварийное ведение процесса нагрева нефти на этапе её подготовки, а также безопасность персонала при эксплуатации.

Решение, представленное в данной работе применимо так же и к другим системам в которых необходимо производить регулирование.

## Список литературы

1. Промысловый сбор и подготовка нефти, газа и воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neftandgaz.ru/?p=939> - Загл. с экрана.
2. ГОСТ Р 8.615-2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения количества извлекаемых из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования. – Введ. 2006-03-01-М.: Изд-во стандартов, 2005. – 31с
3. Оборудование для автоматизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://simatic-market.ru/catalog/Siemens-CA01/10239949/info-> Загл. с экрана.

## СИНТЕЗ И АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

О.Э. Пауль, Е.С. Кучер

Новосибирский государственный технический университет  
olyapaul01@yandex.ru, kucher@corp.nstu.ru

*Целью работы является синтез и анализ систем векторного управления, обеспечивающих желаемые показатели качества регулирования асинхронным двигателем. Для сравнительного анализа синтезированы системы управления с подчиненным регулированием котнуров и методом сигнально-адаптивной обратной модели. Выполнен сравнительный анализ результатов моделирования систем.*

**Ключевые слова:** асинхронный электропривод, векторное управление, система подчиненного регулирования, сигнальная адаптация, обратная модель.

Векторное управление асинхронными двигателями (АД) является наиболее часто применяемым в промышленности, позволяет разделять каналы управления скоростью вращения ротора и моментом на валу электродвигателя. Более того, системы векторного управления по сравнению со скалярными системами управления (СУ), обладают более высокой производительностью и широким диапазоном регулирования.

На первом этапе работы был произведен параметрический и структурный синтез математической модели асинхронного электропривода, в основу которого заложен принцип векторного управления с ориентацией по направлению вектора потокосцепления ротора.

После чего, был выполнен синтез четырехконтурной системы подчиненного регулирования асинхронным электроприводом. Данный

метод, включающий в себя метод разделения движений, позволяет последовательно синтезировать контуры регулирования токами в полеориентированной системе координат  $I_d$ ,  $I_q$  и контуров регулирования потокосцепления ротора и скорости вращения вала двигателя. Настройка контуров регулирования токов и потокосцепления производилась на модульный оптимум, контура регулирования скорости – на симметричный оптимум [1].

В среде MATLAB Simulink проведено цифровое моделирование для подтверждения корректности синтеза системы векторного управления АД.

В современных установках предъявляются повышенные требования к динамическим и статическим характеристикам электропривода, поэтому наибольший интерес представляют собой адаптивные системы управления, которые малочувствительны не только к внешним возмущениям, но и к параметрическим.

На третьем этапе работы для разработки адаптивной СУ асинхронным электроприводом был выбран метод сигнально-адаптивной обратной модели [2]. Параметрическая адаптация обеспечит нечувствительность СУ к изменению активного сопротивления и индуктивности обмоток ротора. Этим методом будут синтезированы внешние контуры управления, т.е. контур регулирования потокосцепления ротора и контур регулирования скорости.

Далее предполагается выполнение сравнительного анализа по результатам моделирования обеих систем в среде MATLAB Simulink.

Дальнейшие задачи научно-исследовательской работы будут в себя включать синтез наблюдателя, позволяющего получать оценки вектора потокосцепления ротора, скорости вращения вала АД, а также принятие решения о дальнейшем введении в структуру системы векторного управления АД вспомогательных подсистем - специальных алгоритмов параметрической текущей идентификации.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. Пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.-143с.
2. Специальные разделы теории автоматического управления: учеб. пособие/ В.В. Панкратов, О.В. Нос. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. Ч. 2. 102 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Д.С. Прокопенко, А.А. Штанг  
Новосибирский государственный технический университет  
shtang@corp.nstu.ru

*Рассмотрены способы энергоснабжения удаленных от энергосети промышленных комплексов и объектов временного назначения. Описывается схема гибридной электростанции с использованием дизель-генераторной установки, устройств получения и преобразования электроэнергии из возобновляемых источников и накопителей электроэнергии. Синтезирован алгоритм управления комбинированной энергетической установкой.*

**Ключевые слова:** комбинированная энергетическая установка, возобновляемые источники, алгоритм управления, автоматизация, децентрализованная система электроснабжения

Существуют два основных способа энергоснабжения потребителей в отдаленных районах - это строительство и развитие существующей электросети и развертывание систем с использованием дизель-генераторных установок (ДГУ). Осуществление электроснабжения посредством линий электропередач (ЛЭП) в некоторых случаях может быть нерентабельно, поэтому единственным доступным вариантом для удаленной электрификации остается получение энергии непосредственно на месте путем использования углеводородных ресурсов [1].

Однако в условиях работы с переменным графиком нагрузки на электросеть и необходимостью обеспечения бесперебойной работы установки применение ДГУ без системы накопителей энергии сопровождается неэффективным использованием ресурса агрегатов, работой в режимах с низким КПД и высокими показателями удельного расхода топлива, что способствует обострению, в том числе и экологических проблем.

Применение комбинированной схемы с использованием дизель-генераторной установки, устройств получения и преобразования электроэнергии из возобновляемых источников и накопителей электроэнергии (НЭ) позволяет устранить и минимизировать последствия проблем, возникающих при развертывании систем ДГУ без резервирования накопителями энергии.

В такой системе дизель-генераторная установка (ДГУ) с регулируемой скоростью вращения имеет специальное исполнение для непосредственного подключения к шине постоянного тока. Частота вращения ДГУ регулируется автоматически в зависимости от нагрузки на электросеть, уровня заряда накопителей электроэнергии и напряжения генерирующих установок возобновляемой энергии (ВИЭ). При этом постоянное напряжение накопителей энергии преобразуется в переменное при помощи силового инвертора [2].

Работа комбинированной энергетической установки по синтезируемому алгоритму управления обеспечивает повышение надежности работы децентрализованных объектов электроснабжения наряду с сокращением удельного расхода топливных ресурсов, принимая во внимание такие факторы как: генерируемую мощность каждого из узлов установки, уровень заряда блока накопителей электроэнергии и текущую нагрузку.

### **Список литературы**

1. Стычинский З.А. Возобновляемые источники энергии: теоретические основы, технологии, технические характеристики. / З.А. Стычинский, Н.И. Воропай.– Иркутск, 2010. - 215с.
2. Попель О.С. Автономные энергоустановки на возобновляемых источниках энергии / О.С. Попель // Энергоснабжение.– 2006.– № 3.– С. 70–76.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИВОДА РАБОТЫ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ**

В.О. Рахвалов, В.М. Кавешников

Новосибирский государственный технический университет

*Шахтная подъемная машина является ключевым оборудованием, используемым в горнодобывающей промышленности. Точная и безаварийная работа данного оборудования являются основными требованиями к системе автоматического управления установки. В данной работе представлена система, полностью соответствующая заданным условиям.*

**Ключевые слова:** шахтная подъемная машина, система автоматического управления

Шахтная подъемная установка это основной транспортный комплекс, связывающий подземную часть шахты (рудника) с

поверхностью. данное оборудование предназначено для выдачи на поверхность добываемого угля и получаемой при проходке горных выработок породы, быстрого и безопасного спуска и подъема людей, горно-шахтного оборудования и материалов.

Выбор системы управления зависит от глубины подъема, типа подъемной машины, подъемного сосуда, количества горизонтов и расстояния между ними.

Основываясь на вышесказанном можно сделать выводы и требования к системе управления. Система автоматического управления шахтной подъемной установки должна обеспечивать точную и своевременную подачу управляющих сигналов на пуск и торможения двигателя, контроль выполнения тахограммы подъема в периоды равномерного хода, контроль скорости движения сосуда и его приход в зону разгрузки и приемной площадки, корректировку системы в зависимости от массы поднимаемого груза, предотвращение ухода сосуда в переподъем.

Описанные требования связаны с обеспечением эффективной и безопасной работы машины.

Разрабатываемая система автоматического управления, состоящая из преобразователя частоты, микроконтроллера и датчиков положения полностью удовлетворяет заданным требованиям.

### **Список литературы**

1. Завозин Л. Ф. Шахтные подъемные установки. Изд. 2-е, перераб. и дор. М., «Недра», 1975, 368 с.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ НЕФТИ**

У.К. Садкова, А.В. Мятаж

Новосибирский государственный технический университет  
a.myatezh@corp.nstu.ru

*Нефтегазовая отрасль является одной из важных областей экономического развития Сибирских регионов РФ. На сегодняшний день существует 670 месторождений в Западной Сибири, средняя выработанность которых составляет от 37% до 60 %. При добыче нефтегазовых продуктов в пласт подается рабочий агент - вода или природный газ, для поддержания пластового давления (в 80% случаях используется вода). Средняя обводненность месторождений по России составляет от 50-80 %, что повышает себестоимость добываемой*

*производства. Автоматизация и оптимизация технологических процессов является важным фактором для повышения производительности производств и улучшения качества выпускаемой продукции. В данной работе рассмотрены актуальные задачи эффективной очистки нефти от воды, повышение качества регулирования подачи деэмульгатора, уменьшение энергозатрат путем повышения температуры перекачиваемой нефти и обеспечения безопасности протекания технологического процесса на установке подготовки нефти.*

**Ключевые слова:** нефтегазовый комплекс, установка подготовки нефти, нагрев, деэмульгатор

Целью настоящей работы является разработка, и исследование системы автоматизированного управления нефтеподготовки с использованием автоматического регулирования подачи эмульгатора в реальном масштабе времени в зависимости от температуры и расхода выходного объема подготовленной для транспортирования нефти, уменьшение энергозатрат и обеспечение безопасности протекания технологического процесса.

Объектом исследования является установка подготовки нефти, в частности блок подачи деэмульгатора, печь и трехфазный сепаратор.

Продукт, получаемый из нефтяных скважин, является сложной смесью, состоящей из нефти, попутного нефтяного газа, воды и механических примесей. Нефть в «сыром» виде транспортировать нецелесообразно. Поскольку доставка «сырого» продукта экономически невыгодно: во-первых, поскольку имеет место большие потери по скорости транспортирования, вследствие совместного движения составляющих (нефти, газа и воды), из-за преодоления сил трения, во-вторых, минерализованная пластовая вода и механические примеси вызывают коррозию и ускоряют абразивный износ оборудования. Поэтому актуально очищать «сырую» нефть сразу при добыче.

Для подтверждения актуальности был проведен теоретический анализ и обработка статистических данных для исследования тенденции развития тематики. Используются данные о патентах и публикациях за последние 20 лет (1997-2017 г.г.)

Автоматизация и оптимизация технологических процессов является важным фактором для повышения производительности и улучшения качества выпускаемой продукции. Поэтому автоматизацию на предприятии нефтедобычи и нефтепереработке должна использоваться на всех этапах добычи и производства. Применение автоматизации целесообразно не только из-за получения финансовой прибыли, но и в

целях безопасности, поскольку нефтегазовые продукты пожаро-взрывоопасные вещества.

### **Список литературы**

1. Все о минерально-сырьевом комплексе России / Информационный центр «Минерал» [Электронный ресурс]; <http://www.mineral.ru/Facts/.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа/ А.К. Мановян. - М.: Химия, 2001. - 568с.

## **НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

И.И. Сингизин, С.В. Мятеж

Новосибирский государственный технический университет  
[myatezh@corp.nstu.ru](mailto:myatezh@corp.nstu.ru)

*В тезисах доклада рассмотрены актуальные проблемы управления технологическими объектами. Доказана актуальность и необходимость внедрения средств управления газоуравнительной системой. Предложены возможные пути решения проблемы.*

**Ключевые слова:** управление электроприводом, нечеткий регулятор, газоуравнительная система, хранение нефтепродуктов, резервуар вертикальный стальной

Процессы хранения, перевалки нефтепродуктов сопровождается с выбросом газовой смеси в атмосферу. Различают потери нефтепродуктов от «больших дыханий», «малых дыханий», «обратного выдоха», от насыщения газового пространства и от его вентиляции. Потери от «больших дыханий» имеют место при операциях заполнения. При откачке углеводородной жидкости из резервуара объем газового пространства увеличивается, поэтому давление в нем падает, и через дыхательную арматуру в резервуар поступает атмосферный воздух. Потери от «малых дыханий» обусловлены суточными колебаниями температуры (главным образом) и атмосферного давления. В ночное время температура наружного воздуха уменьшается, вызывая остывание паровоздушной смеси в ГП резервуара, что, в свою очередь, приводит к снижению давления в нем. Реализация газоуравнительной обвязки на резервуарном парке обеспечивает её герметичность и

исключает сообщение с атмосферой, однако требует решения сложной задачи управления для всего технологического комплекса.

В работе рассматривается система управления электроприводом клапана, направленная на дискретное управление по выходной переменной. Данный регулятор может быть применен для управления элементарными технологическими процессами на предприятиях и технологических объектах, которые не удается описать системой линейных дифференциальных уравнений малого порядка, что вынуждает такие процессы представлять в виде вербальных или нелинейных моделей высокого порядка.

Регулятор включает в себя два блока нечетких компараторов с входными каналами, блок логического вывода, состоящий из базы правил, реализованной с помощью транзисторов. Входы соединены с автономными источниками сигналов, идентифицирующих следующие фиксированные значения регулируемой величины: «Меньше», «Равно», «Больше». Нечеткое управление базируется на использовании не аналитических знаний и моделей, а на практическом применении знаний, которые формируют базы правил систем нечеткого вывода основаны на эмпирических знаниях и знаний экспертов в проблемной области. Правила реализованы с помощью транзисторов и представляют собой последовательное их соединения для реализации логического «И» и параллельное для реализации логического «ИЛИ». В зависимости от результатов сравнения входных значений выход устройства подключается к одному из задающих источников, значения которых подбираются заранее исходя из управляемого технологического процесса.

Классическая реализации газоуравнительной системы подразумевает работу только в момент непосредственно технологических операции приема или отгрузки нефтепродуктов. Применение нечеткого регулятора для управления клапанами газоуравнительной системы, обеспечит работу не зависимо от протекающих на резервуарном парке процессов и условий окружающей среды, корректно обрабатывая все изменения в системе. Качественное управление позволит исключить выбросы углеводородов в атмосферу, а также обеспечит значительное снижение риска аварии на резервуарных парках, предотвращая образования повышенного давления и вакуума в теле резервуара.

### **Список литературы:**

1. Алексеев С.В. Обустройство резервуарных парков: монография / С.В. Алексеев, В.А. Алексеев, С.И. Поникаров; М-во образ. И науки РФ, Казан. Гос. Тезнол. Ун-т. – КазаньКГТУ, 2010. – 96с.
2. Автоматизация резервуарных парков. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://asupro.com/automation/tank/tasks.html> – Загл. с экрана.
3. Шустов М.А. Компаратор нечеткой логики // Радиоаматор. – 2018. – № 6. – С. 24–25.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ДАВЛЕНИЯ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ**

А.Д. Чухрий, В.Т. Сысенко

Новосибирский государственный технический университет  
[sysenko@corp.nstu.ru](mailto:sysenko@corp.nstu.ru)

*Целью проекта является повышение качества выходного нефтепродукта при помощи разработки системы автоматической стабилизации давления в ректификационной колонне. Этого можно достичь при помощи замены нерегулируемого электропривода перекачивающего насоса на регулируемый.*

**Ключевые слова:** ректификационная колонна, регулирование давления, перегонка нефти

### **Состав установки и описание основных технологических узлов**

Установка предназначена для фракционирования нефти, с целью получения светлых нефтепродуктов.

Ректификация является наиболее популярным и важным методом разделения в нефтяной промышленности. для очистки конечных продуктов. Дистилляционные колонны состоят из нескольких компонентов, каждый из которых используется либо для передачи тепловой энергии, либо для усиления массопереноса. Типичный ректификационная колонна содержит вертикальную колонну, в которой тарелки или тарелки используются для улучшения разделение компонентов, ребойлер, чтобы обеспечить тепло для необходимого испарения из нижней части колонны, конденсатор для охлаждения и конденсации паров из верхней части колонны, и рефлюксный барабан для удержания, конденсированного пара, чтобы жидкий флегма мог быть возвращен обратно из верхней части колонны.

В проекте рассматривается автоматизация участка заправки нефтепродуктов в блоке фракционирования, для стабилизации давления в колонне.

Объектом модернизации в данном проекте является электропривод перекачивающего насоса.

По причине не высокой эффективности контролирования расхода регулировочным клапаном в ректификационной колонне логично использовать в системе регулируемый электропривод перекачивающего насоса вместо нерегулируемого, что позволит убрать регулирующий клапан. Тем самым при можно будет контролировать давление с помощью регулируемого электропривода.

Использование преобразователя частоты вместо затвора или барьера для регулировки потока подходит для вентиляторов, насосов, компрессоров. Например, насос котла, воздуходувка и вентилятор. Регулирование частоты не только позволяет сохранить электрический привод и клапан подачи, а также делает всю систему управления подачи более быстрой и повышает точностью управления и стабильностью.

Преимущества преобразователя частоты для контроля скорости

- Плавное управление скоростью и высокая эффективность;
- Большой диапазон скоростей, высокая точность;
- Низкий пусковой ток, не влияет на систему преобразователя частоты и энергосистему, эффект энергосбережения очевиден;
- Простота внедрения автоматизации процесса;
- При постоянной скорости вращения, перегрузка двигателя на низкой скорости может быть значительно уменьшена.

### **Список литературы**

1. Смилович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Часть 2. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов
2. Леффлер Уильям. Переработка нефти

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ  
ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ

Е.С. Крутень, А.А. Вайлерт

Сибирский государственный университет путей сообщения

*Предметом исследования в статье являются лесные пожары и влияние их на экологию. На сегодняшний день данная проблема не теряет своей актуальности. Затронуты проблемы охраны лесов от лесных пожаров. Приведены примеры отрицательного их влияния на окружающую среду в целом и человека в частности.*

**Ключевые слова:** экология, лесные пожары, причины лесных пожаров, последствия.

В современном мире существует большое количество экологических проблем, таких как проблема лесных пожаров, загрязнения воды, истощение полезных ископаемых, загрязнение почвы, незаконная вырубка леса и множество других.

Лесные пожары наносят огромный урон экологии, для восстановления леса требуется несколько десятков лет и несколько поколений лесничих. В случае, когда промышленные объекты находятся в непосредственной близости от леса, ущерб от пожара может быть колоссальным. Но наибольшую опасность представляет угроза населенным пунктам, когда лесной пожар может стать причиной смерти людей.

Все причины возникновения лесных пожаров делятся на две большие группы: человеческий фактор и естественный фактор.

Причин возникновения пожаров, связанных с человеческой беззаботностью очень много: **курение, непотушенные костры, сжигание мусора, оставленные в лесу стеклянные бутылки и осколки, фейерверки, преднамеренный поджог, ДТП, несоблюдение правил пожарной безопасности.**

Причин возникновения лесных пожаров, вызванных природой не так много, но они есть: **сухие грозы, молния, извержение вулкана, самовозгорание торфяника.**

Последствия лесных пожаров делятся на экологические, социальные и экономические.

К экологическим последствиям относятся:

- Загрязнение атмосферы. Поскольку лес является главным поставщиком кислорода, после его уничтожения кислород не образуется, следовательно, не поглощается вредный для здоровья человека углекислый газ, который и загрязняет атмосферу. Снижается качество воздуха.

- Ухудшение качества питьевой воды из-за того, что грунтовые воды, ручьи и реки после лесных пожаров не обогащаются водой.

- После лесных пожаров почва теряет свою плодородность.

- Почва после пожаров не защищена от интенсивных осадков и подвержена эрозии.

- По причине лесных пожаров гибнут полезные почвенные микроорганизмы.

- В районах, где есть крутые склоны, земля при пожаре разламывается на куски и падает вниз, поэтому экологическая система не может восстановиться самостоятельно.

- Уничтожаются природные ресурсы леса

- Водоемы загрязняются пеплом, который падает вместе с осадками после пожара, тем самым наносится вред для рыб и водных растений и т.д.

Лесные пожары являются мощным природным и антропогенным фактором, существенно изменяющим функционирование и состояние лесов. Для стран, где леса занимают большую территорию, лесные пожары являются национальной проблемой, а ущерб, наносимый реальному сектору экономики, исчисляется десятками и сотнями миллионов долларов в год.

Таким образом, причины и последствия лесных пожаров довольно разнообразные. Стоит помнить, что пожарная безопасность в лесу может быть обеспечена только мерами противопожарной защиты.

### **Список литературы**

1. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: фед. закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ (в ред. от 27.12.2018) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. Неком. Версия. М., 2018.
2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: фед. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (Последняя редакция) // КонсультантПлюс: справ. правовая система. Неком. Версия. М., 2018.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИКИ

А.В. Голдаева, С.А. Шахов

Сибирский государственный университет путей сообщения  
goldaeva250898@gmail.com

*Изучено влияние техногенных отходов на структурно механические свойства и химический состав керамики. Проведена оценка эффективности методов снижения концентраций тяжелых металлов в строительной керамике.*

**Ключевые слова:** зола, суглинок, шихта, техногенные отходы, керамика.

Керамический кирпич, обладая рядом ценных свойств, остается востребованным материалом, несмотря на имеющееся на сегодняшний день большое разнообразие современных энергосберегающих стеновых материалов. Доля керамического кирпича в структуре производства мелкоштучных стеновых материалов настоящее время составляет порядка 65%. Однако выпуск качественного кирпича ограничен сырьевой базой, так как, например, большая часть глинистого сырья хорошего качества уже выработана. Одним из путей решения сырьевой проблемы является вовлечение в производство неиспользуемых или ограниченно используемых техногенных отходов. К числу перспективных источников вторичного сырья могут быть отнесены различные органоминеральные отходы, в число последних, в частности, входят и отходы водоотведения, обладающие комплексом полезных свойств. Осадки, получаемые в результате водоочистки, могут использоваться в различных качествах в производстве строительных материалов: как замена некоторых исходных компонентов, в качестве корректирующих и активных добавок и т. д. Однако крупномасштабному вовлечению осадков в производстве строительных материалов мешает их недостаточная изученность. Таким образом, создание научно обоснованной технологии утилизации осадков водоотведения, которая позволяет решить проблему расширения сырьевой базы индустрии строительных материалов, сократить площадь иловых карт, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, является одной из актуальных задач.

Цель работы: исследование возможности внесения в составы керамических шихт золы от сжигания осадка сточных вод с точки зрения экологической безопасности продукции.

Задачи работы заключались в:

- изучение свойств золы от сжигания осадков с очистных сооружений МУП «Горводоканал» (г. Новосибирск);
- в определении оптимального состава керамических шихт с точки зрения соответствия их химического состава общепринятым экологическим нормам.

В работе использовали грубодисперсный суглинок Камышевского месторождения с содержанием глинистых частиц 20%. В качестве техногенных отходов использовались зола от сжигания осадка бытовых сточных вод, полученных на очистных сооружениях МУП Водоканал г. Новосибирска.

С использованием методов капиллярного электрофореза и хроматографии установлен химический состав керамических образцов с различным процентным содержанием техногенных отходов. Содержание ТМ в керамических материалах составило: Cd (0,88 мг/кг), Cu (2,5 мг/кг), Ni (3,8 мг/кг), Zn (29,7 мг/кг), Pb (3,4 мг/кг), Co (3,1 мг/кг), Cr (1,1 мг/кг), Mn (163 мг/кг), Hg (0,01 мг/кг).

Для выполнения экологической оценки ОБСВ выполнялся расчет класса опасности отхода согласно методике, изложенной в [2]. Согласно результатам расчета коэффициент  $K_i = 16,51$ , отход относится к IV классу опасности и может быть использован для производства строительных материалов. Экологическая безопасность применения зол ОБСВ в производстве фасадного керамического материала обусловлена переводом соединений ТМ, содержащихся в золе, в расплав.

### **Список литературы**

1. Пичугин А.П. Экологические проблемы эффективного использования отходов и местного сырья в строительстве / А.П. Пичугин, А.С. Денисов, В.Ф. Хританков // Строит. матер. - 2005. - N 3. - С. 2-4.
2. Батрак А. И. Утилизация высокоосновных зол-уноса, прошедших гидрохимическую обработку, в производстве строительных материалов и изделий // А. И. Батрак, В. А. Яров, Н. Г. Васильевская // Комплекс.пробл. строит. экол. и охраны окруж. природ. среды: прогр. и тез докл. Между-нар. научн.-практ. конф., Кемер. Турция, 3-10 нояб., 1996. С. 30-32.
3. Шахов С. А. Изучение возможности применения осадка водоочистки в производстве строительной керамики / С. А. Шахов, Т. Л. Рудая, А. С. Кожемяченко // Известие Вузов. Строительство. – 2013. - №1. – С. 54-61.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ПРОМЫВНЫХ ВОД И УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ НА СТАНЦИИ «ПИТЬЕВОЙ ЦЕНТР»

А.В. Долецкий, Д.В. Глазков

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
glaskov@stu.ru

*Было изучено влияние качества речной воды на количество образующегося осадка и объемы промывных вод. Выполнен анализ работы сооружений водоподготовки, по результатам проведенных исследований предложены варианты по организации процессов обработки промывных вод и утилизации осадков водоподготовки.*

**Ключевые слова:** станция водоподготовки, скорые фильтры, промывные воды, осадок водоподготовки, взвешенные вещества, реагенты, мутность воды

Очистные сооружения «Питьевой центр» запущены в эксплуатацию в 1951 г. Проектная производительность комплекса сооружений составляет 44800 м<sup>3</sup>/сут, фактическая на сегодняшний день – 17000...22000 м<sup>3</sup>/сут. Сооружения работают по двухступенчатой схемой: осветлители со взвешенным осадком – скорые фильтры. Источником водоснабжения для станции водоподготовки «Питьевой центр» является р. Обь. По значениям мутности и цветности подаваемая на очистку вода является маломутной и малоцветной. Мутность речной воды в зависимости от сезона года изменяется от 1,5 до 80 г/м<sup>3</sup>, принимая максимальные значения в последней декаде апреля. Цветность воды в течение года не превышает нормативные значения. Это позволило сделать вывод, что основным показателем, определяющим качество очистки, будет мутность воды.

Анализ работы сооружений показал, что осветлители со взвешенным осадком обеспечивают снижение взвеси только в паводковый период, а основная масса загрязнений улавливается скорыми фильтрами. Это позволило сделать вывод, что основной объем промывных вод и основная масса загрязнений будет образовываться при промывке фильтров, и основная задача сводится к определению объёмов промывных вод, периодичности образования и количеству загрязнений, выносимых из загрузки фильтра при его промывке.

Изучение технологических журналов показало, что каждый фильтр в среднем промывается от 4 до 17 раз в месяц в зависимости от сезона года, при этом количество фильтров, промываемых за одни сутки,

изменяется от 2 до 10. Количество воды, расходуемое на промывку каждого фильтра, в среднем составляет  $90 \text{ м}^3$ .

Зная содержание взвешенных веществ в воде до и после фильтров, а также продолжительность фильтроцикла была рассчитана масса загрязнений, задерживаемая фильтрующей загрузкой и вымываемая при промывке фильтра. Расчеты показали, что в осенне-зимний период загрузочный материал задерживает в среднем  $10 \dots 20 \text{ кг}$  взвешенных веществ, в весенне-летний –  $15 \dots 30 \text{ кг}$ . При среднем объеме промывных вод от одного фильтра  $90 \text{ м}^3$  осредненная концентрация взвешенных веществ в них будет составлять от 200 до  $800 \text{ г/м}^3$ .

Анализ существующих технологий обработки промывных вод и утилизации осадков водоподготовки применительно к станции «Питьевой центр» позволил сделать следующие выводы:

1) все строения и емкости на станции расположены достаточно компактно, расстояние между соседними сооружениями составляет  $20 \dots 30 \text{ м}$ , поэтому вся площадка станции будет располагаться в пределах первого пояса зоны санитарной охраны [1];

2) это не позволит разместить открытые площадки для накопления осадка;

3) осадок промывных вод согласно [2] относится к 4 классу опасности, и должен утилизироваться на полигонах ТБО;

4) для организации процессов обработки промывных вод необходимо оптимизировать график промывки фильтров таким образом, чтобы каждые сутки сбрасывался примерно одинаковый объем воды;

5) необходимо предусмотреть реконструкцию части неработающих фильтров под резервуары для накопления промывных вод, а также под сооружения для обработки промывных вод;

6) выделенный осадок следует уплотнять, подвергать механическому обезвоживанию, и складировать до вывоза в контейнерах, установленных в помещении;

7) следует также рассмотреть вариант сброса промывных вод на хвостохранилище ПАО «НЗХК», что позволит решить проблему обработки промывных вод и утилизации осадков.

### **Список литературы**

1. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 26.02.2002.
2. Федеральный классификационный каталог отходов. Утв. приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242.

## СОСТОЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ СТАНЦИЙ ЗАПАДНО- СИБИРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А.А. Зубкова, К.Л. Кунц

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)  
gdv@mytk.ru

*Рассмотрены вопросы качества подземных вод в районах расположения станций Западно-Сибирской железной дороги. Выявлены основные причины несоответствия качества воды требованиям СанПиН. Рассмотрены технологии, позволяющие довести качество подземных вод до требуемых нормативов.*

**Ключевые слова на русском языке:** подземные воды, артезианская скважина, обезжелезивание, деманганация

Актуальность выбранной темы обусловлена существующей необходимостью снабжения водой населенных пунктов, расположенных вблизи железнодорожных станций, и самих станций в условиях отсутствия альтернативных источников.

Задачами работы является определение основных проблем качества воды, добываемой из подземных источников, выявление возможных причин этих проблем и путей их решения.

Анализ документации на действующие скважины позволил выявить ряд основных проблем, обуславливающих подачу потребителю воду, не соответствующую требованиям [1]:

1. отсутствие обслуживания и консервации скважин, не эксплуатирующихся в течение длительного времени;
2. несоответствие размеров зон санитарной охраны требованиям [2];
3. несоответствие качества подземных вод по химическому составу нормативам питьевой воды.

Для оценки качества подземных вод были проанализированы протоколы лабораторных исследований по 89 скважинам. В 66% случаев (60 скважин) было выявлено несоответствие содержания химических элементов в исследуемой воде предельно допустимым концентрациям [1]. В 60% (53 скважины) было выявлено превышение допустимой концентрации железа (более 0,3 мг/л) и 31% (28 скважин) – по марганцу (более 0,1 мг/л).

Так, например, на станции Карасук-1 эксплуатируются три артезианские скважины: скважина № 2-03 глубиной 860 м, № 2

глубиной 900 м и скважина № 1-02 глубиной 853 м, вода из которых предназначена для подачи на хозяйственно-питьевые нужды населения.

Ввиду того, что качество воды не соответствует предъявляемым требованиям, перед подачей потребителям производится ее очистка. На данный момент для очистки подземных вод из скважин, находящихся на балансе Западно-Сибирской железной дороги, используются блочно-модульные станции очистки подземных вод (блочно-модульные установки), принцип действия которых основан на методе упрощенной аэрации. Однако, после обработки воды на этих сооружениях выявляются случаи превышений предельно-допустимых концентраций химических элементов, при этом по микробиологическим показателям вода соответствовала СанПиН [1].

Анализ существующих технологий обезжелезивания и деманганации подземных вод показал, что самые распространенные на сегодняшний день схемы очистки следующие:

- 1) Аэрация с подщелачиванием;
- 2) Деманганизация окислением перманганатом калия;
- 3) Окисление марганца озоном.

Выбор того или иного метода очистки воды от железа и марганца зависит от целого ряда факторов, прежде всего от экономической и технологической целесообразности.

### **Список литературы**

1. СанПиН 2-1-4-1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».
2. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ Г. НОВОСИБИРСКА**

А.Ю. Красовская, И.В. Сторожко, Е.А. Удальцов  
Новосибирский государственный технический университет  
ugodnic@gmail.com

*Данная работа посвящена исследованию проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами урбанизированных территорий вблизи предприятия цветной металлургии. Было определено содержание тяжелых металлов в подвижной форме, так как именно они потребляются растениями и поступают по пищевым цепям в организм*

*человека, оказывая на него токсическое и канцерогенное действие. Исследования показали, что в анализируемых пробах зафиксировано превышение ПДК следующих тяжелых металлов: Cu, Pb, As, Ni, Cr, Zn. Максимальное загрязнение зафиксировано на расстоянии 0,6 км от Новосибирского оловянного комбината, по мере удаления от предприятия содержание тяжелых металлов снижается, но превышение установленных ПДК прослеживается даже в районе естественной парковой зоны.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, аккумуляция, оловокомбинат

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами является всемирной проблемой, которая растет из года в год. Самыми мощными источниками загрязнения данными химическими элементами являются металлургические предприятия [1]. Тяжелые металлы аккумулируются в объектах окружающей среды, что может поставить под угрозу функционирование наземных и водных экосистем. Основным хранилищем данных элементов является почва, из которой металлы медленно удаляются при выщелачивании, эрозии и потребление растениями, а попадая в организм человека в больших количествах, оказывают на него токсическое и канцерогенное действие.

В Новосибирске крупным металлургическим предприятием является Новосибирский оловянный комбинат. Он был выбран в качестве объекта наблюдения в связи с тем, что в зоне его влияния продолжается интенсивная застройка жилыми домами, а также на расстоянии 1 км находятся дачные участки, что вызывает беспокойство, поскольку тяжелые металлы попадают в организм человека в большинстве случаев при потреблении овощей и фруктов.

На территории вблизи оловокомбината ранее проводились подобные исследования [2], в ходе которых было определено валовое содержание тяжелых металлов в почвах. Отличие настоящей работы в том, что мы определили элементы в подвижной форме, представляющей наибольшую опасность, так как именно в этой форме тяжелые металлы мигрируют в почвенной толще, доступны для растений и поступают в пищевые цепи.

Цель научной работы заключается в оценке загрязнения почв подвижными формами тяжелых металлов вблизи Новосибирского оловянного комбината.

Основной выброс вредных веществ в атмосферу производится через стометровую дымовую трубу. Поэтому пробы почв были отобраны на

расстоянии 0,4 - 2,3 км относительно этой трубы в 10 точках с учетом юго-западного направления розы ветров.

Все дальнейшие исследования проводились в лаборатории Института химии твердого тела и механохимии СО РАН.

Для верификации результатов химический анализ был проведен двумя методами в соответствии с ПНДФ 16.2.22.371-2011:

1. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на приборе AA280FS. .

2. Методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Agilent 7500a.

Проведенные исследования доказывают, что почвы данного района находятся в зоне влияния оловокомбината и характеризуются высоким уровнем загрязнения (содержание выше ПДК) некоторыми токсичными элементами: Cu, Ni, Cr, Pb, Zn и As. Этот факт доказывает следующая закономерность: чем дальше от предприятия, тем меньше их содержание, однако загрязнение прослеживается даже в районе парковой зоны. Выявленное в промышленной зоне накопление тяжелых металлов в почвах свидетельствует о необходимости организации и проведения почвенного мониторинга и разработки мероприятий по ремедиации загрязненных почв.

### **Список литературы**

1. Джувеликян Х. А., Щеглов Д. И., Горбунова Н. С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв // Учебно-методическое пособие для вузов. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. - 22 с.
2. Артамонова С. Ю., Рапута В. Ф., Колмогоров Ю. П. Техногенное загрязнение почв и растительного покрова в районе оловокомбината (г. Новосибирск) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2005. – Т. 5. С. 106-110.

## **НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

С.М. Масленникова, А.А. Рязанцев

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
raastu@academ.org

*Предложен способ нейтрализации щелочных растворов, позволяющий исключить вторичное загрязнение сточных вод сульфатами и хлоридами. В качестве реагента использовали жидкий углекислый газ. Абсорбцию CO<sub>2</sub> осуществляли с помощью погруженной*

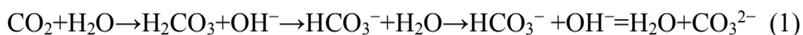
*в раствор кавитационной форсунки, обеспечивающей высокую площадь поверхности контакта фаз и практически мгновенное поглощение CO<sub>2</sub>.*

**Ключевые слова:** сточные воды, нейтрализация, углекислый газ

На локальных очистных сооружениях предприятий ЖД транспорта щелочные стоки, образующиеся при ремонте и обслуживании щелочных аккумуляторов, мойке подшипников, корпусов букс, кожухов и других деталей, обычно нейтрализуют серной кислотой, что приводит к многократному превышению содержания сульфатов в очищенных сточных водах, сбрасываемых в водоёмы, имеющие прямую связь с о. Байкал.

Цель работы – разработать технологию нейтрализации щелочных растворов, позволяющую исключить загрязнение сточных вод сульфатами и хлоридами (в случае нейтрализации соляной кислотой).

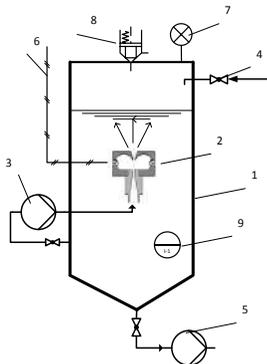
В качестве реагента использовали углекислый газ CO<sub>2</sub>. Процесс нейтрализации описывается уравнениями (1) и (2):



Сначала протекает необратимая реакция нейтрализации (1), а затем обратимая реакция (2). Скорость реакции хемосорбции углекислого газа щелочным раствором зависит как от концентрации гидроксильных ионов, так и концентрации поглощенного CO<sub>2</sub>, и описывается уравнением (3):

$$d[\text{HCO}_3^-]/dt = k[\text{OH}^-][\text{CO}_2] \quad (3)$$

Известно, что низкая растворимость углекислого газа в воде является основной причиной медленной скорости абсорбции CO<sub>2</sub>. Поэтому для интенсификации процесса поглощения CO<sub>2</sub> необходимо обеспечить большую площадь поверхности контакта фаз и быстрое, многократное её обновление. В данной работе эта задача решается применением форсунки кавитационного типа [2], размещенной в погруженном положении в реакторе 1 (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Схема нейтрализации щелочных растворов.**

1 – корпус реактора; 2 – кавитационная форсунка; 3 – насос подачи раствора в форсунку; 4 – трубопровод подачи раствора на нейтрализацию; 5 – насос подачи раствора на ЛОС; 6 – трубка для подачи CO<sub>2</sub>; 7 – манометр; 8 – клапан для сброса давления; 9 – датчик рН.

В состав установки кроме реактора входит баллон с жидким CO<sub>2</sub>, оборудованный редуктором, и испаритель, оборудованный электроклапаном (на рисунке не показаны).

В расширительной камере форсунки 2 образуется область пониженного давления, в которую через трубку 6 подается CO<sub>2</sub> и при скорости потока жидкости >20 м/с формируется газожидкостный слой с огромной поверхностью контакта фаз, что позволяет осуществлять практически мгновенную и полную абсорбцию CO<sub>2</sub> из потока газа, поступающего в форсунку [1].

### **Список литературы**

1. Рязанцев А.А., Глазков Д.В., Набережных А.А. Установка для очистки природных и сточных вод. Патент РФ 162750, опублик. 27.06.2016, бюл. №18.

## АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГОРОДА СОЧИ

А.В. Могильникова, Г. П. Мартынов  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
martynov@ssga.ru

*Авторы статьи проводят анализ зависимостей метеорологических данных по городу Сочи за период с 1966 по 2015 г.г. Исследуются гипотезы о нормальности распределения данных статистики каждого из этих факторов. Изучаются возможные парные зависимости этих факторов между собой, строятся графики линейной регрессии выявленных пар зависимых факторов и рассматривается разброс данных относительно построенных теоретических линий.*

**Ключевые слова:** статистический анализ, нормальный закон распределения, коэффициент корреляции, критерий согласия, линия регрессии, диаграмма рассеяния

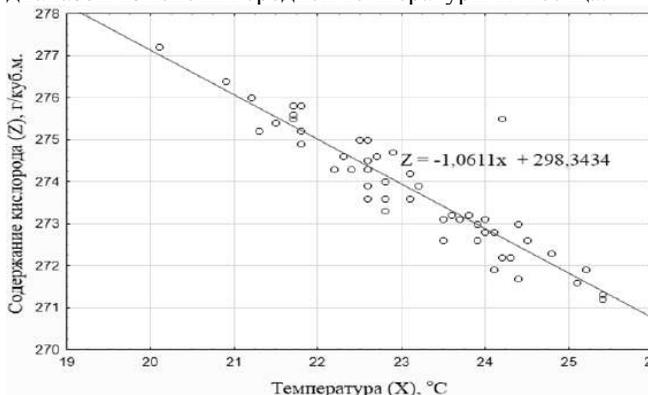
Была проведена оценка динамики изменений и возможные взаимосвязи четырех факторов среды: температуры воздуха (фактор X), относительной влажности воздуха (фактор Y), атмосферного давления (фактор P) и содержания кислорода в воздухе (фактор Z).

Проведена проверка нормальности распределений с помощью критерия согласия  $\chi^2$ . Выявились следующее: почти все месяца исследуемых факторов имеют нормальный закон распределения.

Следующим этапом исследований была проверка гипотез о парной корреляции данных четырех факторов с помощью коэффициента парной корреляции. Пара P, Z (атмосферное давление и содержание кислорода) дают хорошую корреляцию, при которой коэффициент корреляции варьировался в пределах от (+0,8226) до (+0,5282). А пара X, Z (температура и содержание кислорода) дают более сильную корреляцию. Их коэффициент корреляции изменялся в пределах от (-0,9495) до (-0,8630). Пары Y и Z, P и X, P и Y между собой мало зависимы друг от друга.

Далее выполнялось построение графиков линейной регрессии зависимых пар факторов P и Z, X и Z. На рис. 1 приводится диаграмма рассеяния (Z и X) за июль. На диаграмме прослеживаются не очень сильные отклонения данных наблюдений относительно теоретической линии регрессии факторов. Можно сделать прогноз: при увеличении средней температуры этого месяца, например, на 10 градусов (динамика изменения температуры летних месяцев как раз показывает тенденцию

к росту температуры летом), содержание кислорода в 1 куб. м воздуха уменьшится примерно на 10 г. Кроме этого точечного прогноза можно найти доверительные интервалы, в которых с заданной надежностью будет находиться значение интересующего нас фактора Z, если известен диапазон изменения средней температуры X месяца.



**Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния (Z и X) за июль**

По результатам исследований можно сделать следующий вывод: что изменение среднемесячного содержания кислорода в воздухе обозначает тенденцию понижения содержания кислорода (с января по октябрь) в воздухе Сочи по годам, начиная с 1970 г. При этом в период с мая по сентябрь содержание кислорода находится в диапазоне от 270 до 280 г/куб. м., что составляет менее 21% от веса воздуха; практически во все месяцы прослеживается устойчивая отрицательная корреляционная связь содержания кислорода и температуры воздуха; атмосферное давление и содержание кислорода также дают хорошую положительную корреляцию.

И, исходя, из вышесказанного рекомендуется в теплое время года, учитывая обратную зависимость содержания кислорода от температуры воздуха, больше бывать в тех местах города, где атмосферное давление выше обычного, либо принимать кислородные коктейли, дабы не допустить кислородного голодания организма.

### **Список литературы**

1. Статистика городов России [Электронный ресурс] / Статистика погоды по годам; ред. Кравцев Л.С. – Режим доступа: <http://www.atlas-yakutia.ru>, свободный.

## **ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

А.И. Негреев, К.Д. Логутов, А.А. Садовский  
ФГАОУ ВО Снежинский физико-технический институт  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»  
a.a.sadovskiy@gmail.com

*В данной работе рассмотрена проблема радиоактивных отходов и существующие методы борьбы с ними. Также проанализирована обстановка с отходами как в отдельных государствах, так и в мире в целом. Сделаны прогнозы в пользу развития решения с радиоактивными отходами.*

### **Радиоактивные отходы, атомная станция, атомная энергетика, отработанное ядерное топливо, замкнутый ядерно-топливный цикл**

На сегодняшний день в мире ни одна из стран не перешла к использованию технологических процессов, которые в полном объеме помогут разрешить проблему обращения радиоактивными отходами (РАО).

Радиоактивные отходы – отходы, содержащие радиоактивные изотопы химических элементов и не имеющие практической ценности на данном уровне технологического развития общества, то есть их использование в ближайшем будущем не предусмотрено. Отработанное ядерное топливо (ОЯТ) представляет собой тепловыделяющие элементы, содержащие остатки ядерного топлива, которые уже не могут быть вовлечены в цикл.

Сам цикл получения атомной энергии является поэтапным. И на каждом этапе производства выделяются отходы. С ростом атомной энергетики будет возрастать количество ОЯТ и РАО.

Радиоактивные отходы разделяются на жидкие (ЖРО), твердые (ТРО) и газообразные. Общемировое количество РАО непрерывно возрастает, что приводит к необходимости строительства долговременных хранилищ. Важно отметить, что жидкие формы отходов вызывают сложности их хранения и поэтому технологии по захоронению не стоят на месте. К примеру, в США применяется метод синрока – заключение РАО в керамические изделия. Также существует такой метод, как остекловывание – заключение жидких отходов в стекло. Данные способы удержания жидкостей в емкостях существенно облегчают процесс их хранения.

По сообщению Международного агентства по атомной энергии к середине прошлого десятилетия в мире было накоплено более 200 тыс. тонн ОЯТ. Также по предварительным оценкам ежегодно добавляется еще по 10–12 тыс. тонн отходов.

США избрали стратегию отсроченной (на 50–70 лет) утилизации радиоактивных отходов, приступив к сооружению глубинного федерального хранилища. В некоторых других странах с развитой атомной энергетикой жидкие отходы умеренных объемов фильтруют и концентрируют упариванием, извлекая из них радионуклиды сорбентами, твердые сминают в прессах. Все помещают в огромные бочки и снова прессуют, помещают в контейнеры и еще раз цементируют.

Решение проблемы, связанной с РАО, очень важно и большинство стран ищут варианты в ускоренном режиме. Разгадку по смягчению этой проблемы нашли российские ученые. Именно на Белоярской атомной электростанции был разработан и введен в эксплуатацию реактор, работавший на ОЯТ – БН-600 (реактор на быстрых нейтронах), проект которого возымел дальнейшее развитие. Белоярская атомная станция вместе с ФГУП «ПО «Маяк» образует шикарный симбиоз по извлечению пользы из вредных отходов: отработанное топливо поступает на химический комбинат ПО Маяк. Там оно проходит процесс обеднения. После этого обедненный уран поступает на обработку в БН, превращаясь в чистую энергию.

Итого, стало понятно, что данная методика по очистке отходов является довольно перспективной и ее стоит внедрить и использовать в других странах. Тем самым, проблема с отработанным топливом может быть решена. С отходами можно бороться улучшением процессов добычи и последующей обработки урана.

### **Список литературы**

1. Артюгина И. М. Экономика ядерной энергетики: учебное пособие. Спб.: Знание, 2006. – 326 с.
2. Асмолов В. Г. Атомная энергетика: реалии настоящего и взгляд в будущее // Ядерное общество России. 2004. – 102 с.
3. Усманов С. М. Радиация: Справочные материалы. – М. Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. 2001. – 176 с.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВОСИБИРСКОГО ОЛОВЯННОГО КОМБИНАТА НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

И.В. Сторожко, Е.А. Удальцов  
Новосибирский государственный технический университет  
ugodnic@gmail.com

*Выполнено исследование содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах промышленного района г. Новосибирска в зоне влияния предприятия цветной металлургии – Новосибирского оловянного комбината (НОК). Исследования показали, что концентрации подвижных форм Pb, Cu, Zn, Cr, Ni превышают ПДК во всех отобранных пробах почв, концентрации As превышают ПДК в 8 из 10 пробах, концентрация Cd превышает ПДК в 1 из 10 пробах. Проведен анализ влияния деятельности НОК на загрязненность почв Pb, As, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, загрязнение, токсиканты, окружающая среда, ПДК, хвостохранилище.

Показателем техногенного воздействия деятельности человека на окружающую среду является концентрация загрязнителей в различных компонентах ландшафта. Почвы урбанизированных территорий подвергаются повышенному загрязнению. Наиболее опасными неорганическими ксенобиотиками антропогенного происхождения являются тяжелые металлы, которые способны аккумулироваться в почве, передаваясь по пищевым цепям, оказывать токсичное воздействие на живые организмы. [1, 2]. Основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются предприятия промышленности и транспорт. Крупным предприятием цветной металлургии, оказывающим антропогенное воздействие на почвы г. Новосибирска, является Новосибирский оловянный комбинат (НОК), хвостохранилище которого расположено в непосредственной близости от зон жилой застройки и зон дачных участков.

Цель работы – провести анализ влияния деятельности Новосибирского оловянного комбината на загрязненность почв тяжелыми металлами.

Отбор проб производился на территориях, оказавшихся в зоне влияния НОК, согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017. Было выбрано 10 площадок для отбора проб почвы на различной удаленности от НОК.

Отбор проб производился методом конверта послойно с глубины 0-5 и 5-20 см. Подготовка проб для химического анализа осуществлялась в соответствии с ГОСТами 17.4.4.02-2017 и 5180-2015. Химический анализ на определение концентраций тяжелых металлов проводился согласно ПНД Ф 16.2.2.3.71-2011 методами атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Химические анализы проб почвы на содержание тяжелых металлов проводились на базе лаборатории Института химии твердого тела и механохимии СО РАН. Сравнение полученных концентраций тяжелых металлов с ПДК и ОДК проводилось в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06 и ГН 2.1.7.2511-09.

Исследования показали, что концентрации подвижных форм Pb, Cu, Zn, Cr, Ni превышают ПДК во всех отобранных пробах почв, концентрации As превышают ПДК в 8 из 10 пробах, концентрация Cd превышает ПДК в 1 из 10 пробах. Проведен анализ зависимостей величины концентрации каждого элемента от удаленности точки отбора проб от НОК.

Анализ деятельности НОК, стандартизированные методики выплавки олова, зависимость концентраций тяжелых металлов от удаленности точки отбора проб от НОК указывают на влияние деятельности предприятия на загрязненность почв Pb, As, Cu и Zn, не выявлено прямых подтверждений влияния деятельности НОКа на загрязненность почв Cr и Ni.

Отклонения в графиках зависимостей концентраций тяжелых металлов от удаленности точки отбора проб от НОК и отсутствие прямой зависимости объясняется наличием других промышленных предприятий, расположенных на рассматриваемой территории. Таким образом, дальнейшее исследование будет направлено на изучение других возможных антропогенных источников поступления тяжелых металлов в почвы, изучение закономерностей миграции в почвах отдельных элементов и их соединений.

### **Список литературы:**

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.;
2. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 264 с.

## ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ГОРОДАХ И ПОСЁЛКАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Тихонова, Д.В. Балчугов, А.Н. Лаптева  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
galina-ambrosova@yandex.ru

*В настоящее время одной из главных проблем, существующих в области очистки сточных вод, является эвтрофирование водных объектов, которое вызвано сбросом в водоём неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. В ходе антропогенного эвтрофирования могут возникать следующие последствия: ухудшение физико-химических и органолептических показателей воды водоёмов, образование донных отложений, изменение кислородного баланса, мутация флоры и фауны, обогащение воды водоёма канцерогенными веществами. Данную проблему можно решить, путём удаления биогенных элементов (азота, фосфора, серы), а также очищая сточную жидкость до норм ПДК перед сбросом в водоём. В работу студентов НГАСУ (Сибстрин) входило обследование очистных сооружений канализации городов и рабочих поселков Новосибирской области и разработка рекомендаций по их дальнейшему усовершенствованию.*

**Ключевые слова:** технологические схемы, очистка сточной жидкости, резервуар-усреднитель, очистные сооружения канализации

В Новосибирской области многие города и рабочие посёлки имеют очистные сооружения канализации (ОСК), которые были построены в 70-х годах прошлого столетия. Естественная амортизация железобетонных конструкций, и их элементов, особенно переливных кромок водосборных лотков, а также оборудования привели к тому, что многие комплексы по очистке сточных вод не могут обеспечить требуемую степень очистки стоков перед их сбросом в водоёмы. Студенты и аспиранты НГАСУ (Сибстрин) приняли участие в обследовании технического состояния трёх площадок ОСК, детально изучили данные лабораторно-производственного контроля, выполнили поверочный расчёт существующих комплексов и разработали варианты реконструкции и нового строительства ОСК.

Так, например, в городе Болотное на сегодня отсутствует система водоотведения в прямом её понимании, то есть отсутствует

обшегородская канализационная сеть. Канализован только один небольшой район, в котором примерно до 1996 года находилась воинская часть. Специально для этого района была предусмотрена компактная установка производительностью около 400 м<sup>3</sup>/сут. Обследование этого объекта в 2018 году показало, что он находится в крайне неудовлетворительном техническом состоянии, степень его амортизации составляет более 80%. Естественно, такой объект не может принять все стоки города, тем более очистить их до требуемых показателей. Для этого объекта было разработано три варианта современных технологических схем на полную биологическую очистку и доочисткой стоков, с обработкой и обезвоживанием осадков [1,2]. Была определена строительная стоимость объекта по укрупнённым показателям [3].

В г. Карасук очистные сооружения канализации были введены в эксплуатацию в 1982 г., их проектная мощность составляла 5000 м<sup>3</sup>/сут. Комплекс ОСК рассчитан на полную биологическую очистку стоков с доочисткой в биопрудах, на момент обследования находился в крайне запущенном состоянии. По этому объекту также были проведены все необходимые работы и разработана современная технологическая схема очистки сточной жидкости и обработки осадков.

В р.п. Ордынское. ОСК введены в эксплуатацию в 2003 году и сданы в эксплуатацию со строительными недоделками. По этой причине по завершению наладочных работ так и не удалось достичь требуемой степени очистки стоков. Вместе с этим за период с 2003 по 2011 год резко изменился состав сточной жидкости по NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, его концентрация возросла с 45 мг/л до примерно 140 мг/л, а температура стоков в зимний период опускается до 5°С. В 2011 году ООО «Экология Сибири» разработала проект реконструкции этого объекта. Первый вариант предусматривал удаление азота методом отдувки в градирне, но уже в 2013 году «Экология Сибири» пересмотрела данный вариант и предложила новый с удалением азота биологическим методом. После обследования данного объекта было выявлено, что для первого этапа усовершенствования работы комплекса необходимо решить вопрос с усреднением стоков и их подогревом.

### **Список литературы**

1. СНиП 2.04.03-85: Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.
2. Очистка сточных вод: Примеры расчетов / М. П. Лапицкая, Л. И. Зуева, Н. М. Балаескул, Л. В. Кулешова. – Минск: «Высшая школа А»,

2007. – 255 с. Канализация: учебник для вузов / С.В. Яковлев [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1976. – 632с..

3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика/ под редакцией В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 630 с.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ЭКОЛОГИЮ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Е.А. Ткачева, С.А. Щербакова, С.А. Шахов  
*Сибирский государственный университет путей сообщения*

*Изучен состав противогололедного реагента «Ледоруб». Установлено, что применение данного реагента вызывает серьезную хлоридную и сульфатную засоленность почвы и приводит к усилению коррозионного разрушения тротуарной плитки.*

**Ключевые слова:** коррозия, противогололедный реагент, кристаллизация

Гололёд, одна из самых актуальных проблем зимнего сезона, которая влечет за собой не только повышенный риск травматизма, но и огромные убытки. Способов борьбы с гололедом великое множество. На сегодняшний день существует огромный спрос на так называемые антигололедные реагенты. Антигололедные реагенты, как правило, это хлориды металлов, таких как натрий, магний, кальций, применяемые для борьбы со льдом и гололедицей в зимний период. Все реагенты имеют одно общее свойство понижать точку плавления снега. При переходе из твердой фазы в жидкую реагент начинает выделять тепло, которое и используется для растопления снега. К сожалению, антигололедные препараты могут пагубно влиять на окружающую среду, а также жизнедеятельность человека. Поэтому сегодня к антигололедным реагентам предъявляются достаточно серьезные требования, связанные не только с эффективностью материалов, но и с их безопасностью.

Цель работы: оценка коррозионного потенциала противогололедного реагента «Ледоруб».

Задачи:

- изучить состав противогололедного реагента;
- установить факторы, способствующие коррозии тротуарной плитки при использовании противогололедного реагента.

В работе использовали противогололёдного реагента «Ледоруб» и образцы тротуарных плиток, отобранные на площади Гарина - Михайловского г. Новосибирска.

С использованием метода капиллярного электрофореза установлен элементный состав рассола противогололёдного реагента «Ледоруб» и содержание этих ионов в тротуарной плитке. В результате анализа химического состава антигололедного реагента, исследования содержания в почве и снеговых пробах хлоридов и сульфатов, выявлено, что применение данного реагента вызывает серьезную хлоридную и сульфатную засоленность почвы. Воздействие хлоридов нарушает нормальное протекание процессов фотосинтеза и дыхания у растений. При повышенном уровне токсичности зеленая масса будет полностью уничтожена.

Анализ полученных результатов указывает также, что вследствие применения противогололедного реагента будут существенно активированы процессы коррозии. Так кристаллизация солей с участием, выявленных в составе рассола элементов и соединений в порах бетона, будет способствовать развитию хлоридной и сульфатной коррозии, а также реакции щелочей цементного камня с составляющими заполнителя. При кристаллизации в порах бетона солей, содержащихся в агрессивной среде, при попеременном увлажнении и высушивании конструкции могут возникать внутренние напряжения. В результате развивается значительное кристаллизационное давление, вызывающее разрушение изделия.

Ионы хлора, обуславливающие хлоридную коррозию, вызывают появление трещин с характерными белыми потеками. Ионы хлора также оказывают коррозионное воздействие на арматуру путем удаления пассивного слоя оксида железа с последующим окислением металла. В бетоне также могут иметь место реакции между щелочами.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что процессы кристаллизации солей с участием, выявленных в составе рассола элементов и соединений в порах бетона, будут способствовать развитию коррозии третьего вида.

### **Список литературы**

1. Стародубов А. Г. Эколого-гигиеническая оценка опасности антигололедных реагентов. А.Г. Стародубов, С.Б. Чудакова. Сборник докладов 4-ого Международного конгресса по управлению отходами, 2005, с. 20-32.

2. Базанов С.М., Торопова М.В. Система эттрингит – таумасит: отличительные черты разрушения бетона // Популярное бетоноведение. 2005. №5 (7). С.111
3. Шахов С. А. Коррозия цементного камня / С.А. Шахов, Н.Ю. Николаев/– Новосибирск:, Изд-во СГУПС, 2016. - 48 с.

## **ПРОВЕРКА УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПО АЗОТУ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ**

Е.И. Яковлева, Р.С. Зиновьева, А.В. Гоголева  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
galina-ambrosova@yandex.ru

*Одной из главных проблем, существующих в области очистки сточных вод, является удаление биогенных элементов (азота, фосфора), вызывающих антропогенное эвтрофирование водных объектов. Данная работа посвящена анализу методов удаления азота из сточной жидкости и проводилась на экспериментальной установке, состоящей из трёх зон: одной бескислородной и двух аэробных. Исследования проводились в два этапа, использовалась сточная жидкость двух видов: искусственная и натуральная. Результаты исследований позволили уточнить уравнение материального баланса, позволяющего на стадии проектирования или эксплуатации в зависимости от исходной концентрации азота рассчитать требуемую степень циркуляции нитрифицированного активного ила. .*

**Ключевые слова:** денитрификатор, аэробная зона, нитрификатор, материальный баланс, азот, питательный субстрат

Настоящая работа посвящена изучению процессов удаления азота, методом нитрификации и денитрификации. Основной целью является проверка уравнения материального баланса по азоту [1-3]. Исследования проводились на экспериментальной установке (ЭУ), смонтированной в лаборатории кафедры водоснабжения и водоотведения, состоящей из бака-регулятора, денитрификатора, аэротенка, нитрификатора, мембранного модуля и бака накопителя очищенных стоков.

В проведении эксперимента принимали участие магистранты двух кафедр ВиВ и ЮНЕСКО НГАСУ (Сибстрин). Так как установка находится в лаборатории кафедры, первый этап исследований проведён на искусственно приготовленной сточной жидкости. Искусственная

сточная жидкость моделировалась по основным показателям, которые имели следующие значения: взвешенные вещества – 220 мг/л, БПК<sub>полн</sub> – 250 мг/л, азот аммонийный – 30 мг/л, фосфор – 14 мг/л, рН от 7,8, температура – 18°C. Основными компонентами искусственной сточной жидкости являлись: гидроксид аммония, спирты, растительные, животные жиры и белки. Данную экспериментальную установку можно отнести к универсальной, так как она позволяет исследовать процессы не только денитрификации-нитрификации, но и мембранной технологии, а также изучить эффективность применения носителей прикрепленных микроорганизмов.

Запуск установки был начат с заполнения зон аэрации активным илом, взятым из аэротенка Новосибирской станции аэрации. Привезённый активный ил имел следующую характеристику: концентрация – 2 г/л, иловый индекс – 150 мл/г, азот аммонийный – 16 мг/л, азот нитратов – 8 мг/л, азот нитритов – 0,08 мг/л, рН – 7,4. Гидробиологический анализ показал, что в иле присутствовали простейшие индикаторы, как низшего (*Aspidisca costata*, *Paramecium caudata*), так и высшего (*Cathypna luna*, *Callidina vorax*) трофического уровня.

Контроль за работой установки производился по гидробиологическому анализу активного ила, дозе ила, иловому индексу, кривым осадения, рН и температуре. Через 10 дней концентрация ила в зонах денитрификатора, аэробной зоны и нитрификатора при постоянной подпитке искусственной сточной жидкостью выросла до 2 г/л. Гидробиологический анализ активного ила показал, что в нём появилось большое количество *Cathypna luna*, *Opercularia coartata*, *Opercularia glomerata*, исчезли простейшие индикаторы *Aspidisca costata*, *Paramecium caudatum*. Один раз неделю проводился полный анализ сточной жидкости из проб, отобранных из трёх зон.

Следующий этап исследований будет проведен на натуральной сточной жидкости ОСК Новосибирска. Экспериментальная установка будет работать на осветлённой сточной жидкости первичных отстойников с использованием активного ила этих же очистных сооружений канализации. На этом этапе исследований будут изучены параметры мембранной технологии и носителей прикрепленных микроорганизмов.

### **Список литературы**

1. Амбросова Г.Т., Иванова С.Д. Ксенофонтова О.В., Функ А.А., Ганзор Шонхор, Леонова Е.Н. Определение степени циркуляции активного ила

при очистке сточных вод методом нитрификации и денитрификации//Журнал Известия вузов «Строительство». Новосибирск, №3, 2015, стр. 66-77.

2. Хуторнюк Г.Н., Гундырева Т.М., Амбросова Г.Т., Функ А.А. Опыт удаления биогенных элементов из сточных вод// Журнал «Водоснабжение и санитарная техника» – 2009, № 3 – стр. 37-40.

3. Амбросова Г.Т., Функ А.А., Ксенофонтова О.В. Особенности технологии удаления азота из сточной жидкости //Журнал «Известия вузов» №4, 2010, стр. 100-106

## **ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

А.В. Мухранов

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина  
av.mukhranov17z35@omgau.org

*Утилизация биологических отходов направлена главным образом на минимизацию рисков заражения особо опасными заболеваниями, общими для человека и животных. Биологические отходы, допущенные ветеринарной службой к переработке, а именно мясокостная мука и технический жир, могут быть экономически выгодным побочным результатом утилизации биологических отходов.*

**Утилизация, ветеринарно-санитарный контроль, бытовые отходы, мясокостная мука, технический жир**

Проблема утилизации биологических отходов остро стоит во всех сферах переработки продуктов животного происхождения. Новосибирская область не исключение. В большинстве случаев утилизация происходит уничтожение их путем сброса в биотермические ямы, утилизация на ветеринарно-санитарном утилизационном заводе (ВСУЗ), либо путем сжигания [1]. Но стоит большая проблема с транспортировкой отходов.

В Новосибирской области утилизацией продуктов животного происхождения занимается ВСУЗ «Надежда». Он находится на расстоянии 40 км от города Новосибирск, что затрудняет доставку биологических отходов от разных предприятий агропромышленного комплекса. Администрация предприятий не имеет возможности затрачивать дополнительные средства на доставку, а затем и на оказание услуг ветеринарно-санитарного утилизационного завода.

Еще одна группой биологических отходов являются ветеринарные товары, конфискованные таможней. К ним в частности относятся подконтрольные государственному ветеринарному надзору грузы, признанные не качественными или опасными в соответствии с установленными нормами. Такие грузы в основном выявляются при перевозке и могут быть выявлены в любой точке Новосибирской области особенно вблизи крупных транспортных магистралей. Следовательно, необходимо иметь мобильные объекты утилизации, на которых было бы возможно произвести их уничтожение, в случаях когда дальнейшая транспортировка ветеринарных конфискатов не возможна.

В настоящее время собственную систему автономной утилизации в большей части имеют только крупные мясоперерабатывающие предприятия и птицекомбинаты. На данных предприятиях оборудованы цеха технической утилизации, в которых производятся белковые корма для животных и птицы. Общий объем уничтожаемых ими биологических отходов примерно составляет от 3 до 3,5 тыс. тонн (10 - 15%) от общего числа производимых в области биологических отходов.

Для улучшения ситуации в области утилизации биологических отходов на территории Новосибирской области предлагается проведение ряда мер. В первую очередь, необходимо обеспечить ВСУЗы специализированными транспортными средствами для своевременного сбора и отправки биологических отходов на переработку из сельских поселений и предприятий, удалённых от города. Также следует обеспечить ВСУЗы мобильными трупосжигательными печами для удовлетворения потребности в утилизации на случай перебоев или необходимости переработать биологические отходы на месте, а так же на случаи вспышек инфекционных заболеваний животных.

Для обеспечения минимизации рисков заражения особо опасными заболеваниями, общими для человека и животных, охраны здоровья и среды обитания человека, в том числе охраны водных объектов и источников питьевого водоснабжения, экологической безопасности на территории Новосибирской области целесообразна компенсация затрат из средств федерального бюджета ВСУЗам за сбор, доставку и утилизацию биологических отходов в случае возникновения особо опасных и карантинных болезней, а малым перерабатывающим предприятиям и собственниками биологических отходов за транспортировку.

Выполнение поставленных задач позволит снизить уровень негативного влияния биологических отходов на окружающую среду.

Кроме того, это обеспечит плановую централизованную утилизацию биологических отходов из муниципальных районов, из организованных объектов по содержанию животных, из личных подсобных хозяйств и из предприятий малой мощности.

### **Список литературы**

1. Сон К. Н., Родин В. И., Бесланев Э. В., Ветеринарная санитария на предприятиях по производству и переработке сырья животного происхождения. – М.: МИСиС, 1998. – 400 с.

# СЕКЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ И АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

А.А. Антонов, О.А. Опритова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: ooolg@yandex.ru

*В докладе рассматривается способ мониторинга территорий для формирования геоинформационного пространства.*

**Космическая съемка, аэрофотосъемка, цифровая модель рельефа, цифровая модель поверхности**

В настоящее время в условиях становления и развития цифровой экономики Российской Федерации цифровые данные являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности. Возрастает спрос на цифровые геопространственные данные, которые выступают универсальным элементом связи различных баз данных в целях построения единого геоинформационного пространства (ЕГИП) в рамках стратегии пространственного развития России [1, 2].

Для геоинформационного обеспечения устойчивого развития территорий необходимо иметь актуальные геопространственные данные, что в свою очередь возможно осуществлять путем регулярного мониторинга территорий. Одними из возможных и наиболее эффективным вариантов мониторинга территорий являются космическая и аэрофотосъемка. (Рисунок 1).

В настоящее время в целях оперативного мониторинга небольших и труднодоступных территорий (коридоры коммуникаций, строительные площадки, объекты культурного наследия и другие) часто применяется аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов.

Полученные в результате съемки космические и аэрофотоснимки служат источником для создания цифровой модели рельефа, цифровой модели поверхности, ортофотопланов. Совокупность этих данных является основой для создания геоинформационного пространства, а также обеспечивает формирование 3D-модели местности.



а) космическая съемка; б) аэрофотосъемка

Необходимо отметить, что космические снимки имеют больший радиус захвата территорий при съемке, что в свою очередь отображается на качестве самих снимков. Аэрофотоснимки, полученные с беспилотных летательных аппаратов, имеют более высокое пространственное разрешение. При выборе вида съемки необходимо исходить из требуемой точности, детальности, периодичности, а также площади и доступности территории съемки.

### Список литературы

1. Карпик, А. П. Электронное геопространство: сущность и концептуальные основы [Текст] / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск : СГГА, 2009. Т. 1, ч. 1. – С. 55–60.
2. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст]: монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.

## СОЗДАНИЕ КАРТЫ ЗАСЕЛЕНИЯ ДОВОЛЕНСКОГО РАЙОНА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ QR-КОДОВ

А.Т. Байшуаков, А.А. Колесников, Е.В. Комиссарова  
 Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
 komissarova\_e@mail.ru

*В работе рассматривается применение QR-кодов для создания карты заселения Доволенского района Новосибирской области.*

**Ключевые слова:** карта, QR-коды, история, создание

QR-коды на традиционной карте позволяют расширять объем и содержание воспринимаемой информации об окружающем нас пространстве за счет расширения объемов и включения новых видов информации. Они позволяют создавать более привлекательные, более информативные и легко воспринимаемые пользователями новые картографического произведения.

Для проведения данного научно-практического исследования заселения Доволенского района Новосибирской области проведен анализ исторических карт разного периода, архивных и музейных материалов, статистических данных, книжных и интернет ресурсов.

Цель: создать карту заселения Доволенского района Новосибирской области с применением QR-кодов.

Задачи:

- изучить, как менялись границы Доволенского района и, что было ранее на территории современного Доволенского района;
- провести исторический анализ появления населенных пунктов в разные периоды в пределах современных границ Доволенского района;
- изучить особенности применения QR-кодов при создании и использовании интерактивно-информационной карты;
- создать карту заселения территории Доволенского района с применением QR-кодов.

Доволенский район образовался в 1930 году. В настоящее время в составе района 27 населенных пунктов. В разное время территория современного Доволенского района входила в состав разных административно-территориальных единиц Сибири:

- с 1804 г. – в составе Томской губернии;
- с 1922 г. – в составе Новониколаевской губернии РСФСР СССР;
- с 1925 г. – в составе Сибирского края РСФСР СССР;
- с 1930 г. – в составе Западно-Сибирского края;
- с 1937 г. – в составе Новосибирской области.

Для изучения изменений границ и исследования заселения Доволенского района были использованы карты с конца XIX века. Исследуя карту Барнаульского округа Томской губернии на 1890 год было определено, что в пределах современных границ Доволенского района в конце XIX века существовали 3 волости: Чулымская, Карасукская и Бурлинская.

С момента образования Сибирского края, населенные пункты современного Доволенского района входили в Индёрский район Новосибирского округа, Баклушевский и Нижнекаргатский районы Барабинского округа [1].

С точки зрения информационной емкости были использованы данные стандарта на использование QR-кодов. Один QR-код может включать в себя следующее максимальное количество символов:

- цифры – 7089 знаков;
- цифры и буквы (включая кириллицу) – 4296 знаков;
- двоичный код – 2953 байт;
- иероглифы – 1817 знаков.

Все стандартные программы считывания QR-кодов позволяют закодировать следующие типы данных: событие в календаре, контакт адресной книги, адрес электронной почты, координаты точки, номер телефона, текст, ссылка на интернет ресурс [2].

В результате научно-практического исследования проведен исторический анализ появления населенных пунктов в разные периоды в пределах современных границ Доволенского района, изучены особенности применения QR-кодов при создании и использовании интерактивно-информационной карты и создана карта заселения территории Доволенского района с применением QR-кодов.

### **Список литературы**

1. Администрация Доволенского района [электронный ресурс] – История Доволенского района. – Режим доступа: <https://dovolnoe.nso.ru/page/75/>. – Загл. с экрана.
2. Denso QR-code essential – Режим доступа: <http://www.denso-adc.com/pdf/qrcode> Retrieved: Apr, 2013/. – Загл. с экрана.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА**

А.Т. Байшуаков, Е.Н. Кулик

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
[e.n.kulik@ssga.ru](mailto:e.n.kulik@ssga.ru)

*В работе рассматривается применение методов дешифрирования для решения задач землеустройства.*

**Ключевые слова:** дешифрирование, сельское хозяйство, землеустройство, дистанционное зондирование

Сельское хозяйство – обширная жизненно важная отрасль народного хозяйства РФ. Актуальность мониторинга и анализа сельскохозяйственных земель по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) очевидна: имеется возможность не только

выявить виды сельскохозяйственных растений, а также уточнить границы полей, площади посевов и т.д. [1].

Цель: реализация полного цикла технологии обработки данных ДЗЗ от предварительного анализа снимков до создания карты (плана) объекта землеустройства в программе АРМ КИН.

Задачи:

- выполнение визуального и автоматизированного дешифрирования космического снимка;
- создание правового документа «Карта (план) объекта землеустройства».

В качестве объекта исследования была выбрана территория Утянского муниципального образования Доволенского района Новосибирской области.

Стартовый набор был представлен загруженными синтезированными изображениями космических снимков Landsat с портала USGS и изображениями с WEB-сервера Bing с помощью программы SAS.Planet.

Визуальное дешифрирование выполнялось в программе MapInfo. В пределах границ муниципального образования были отдешифрированы контура лесов, посевные площади, объекты гидрографии, населенный пункт и дороги. В результате была создана схема размещения посевных площадей на исследуемую территорию.

Автоматизированное дешифрирование выполнялось в двух программных комплексах: ENVI и ERDAS IMAGINE с использованием данных ДЗЗ.

Для выполнения автоматизированного дешифрирования использовалось три метода: метод цветового преобразования, индексные изображения и классификация.

Комбинации метода цветового преобразования позволяют изучить состояние растительного покрова. Для определения состояния сельскохозяйственных угодий был применен расчет вегетационного индекса NDVI, который указал высокий уровень вегетации на засеянных полях и на отсутствие вегетации на чистых парах и убранных полях.

Классификация выполнялась двумя методами: с обучением и без него. Оценивая полученные результаты классификации для двух периодов (июнь и август), можно отметить произошедшие изменения. Например, изменились границы посевных площадей и озер, в августе появились площади скошенных сенокосов.

Главным объектом дешифрирования являлся земельный участок сельскохозяйственного назначения, необходимый в дальнейшем для

формирования карты (плана) объекта землеустройства. Границы выбранного земельного участка были определены в результате автоматизированного и визуального дешифрирования, они также были согласованы с границами публичной кадастровой карты.

Согласно сведениям публичной кадастровой карты, площадь исследуемого земельного участка составляет 264,5 гектаров - однако уточнение границ земельного участка указывает на существенное изменение его площади: она сократилась до 193,7 гектаров. В связи с изменением площади и границ земельного участка, выполнялось составление документа карты (плана) объекта землеустройства в программе АРМ КИН.

Документ был предназначен для внесения сведений об объекте землеустройства в государственный кадастр недвижимости.

По результатам выполнения обработки данных дистанционного зондирования Земли были определены границы земельных участков, границы площадей сельскохозяйственных культур, границы сенокосов и создан документ «Карта (план) объекта землеустройства».

### **Список литературы**

1. Байшуаков, А.Т. Опыт дешифрирования космических снимков территорий сельскохозяйственного назначения / А.Т. Байшуаков, Е.Н. Кулик // Сборник научных трудов РНСК «Интеллектуальный потенциал Сибири». – Новосибирск: НГТУ. – 2018. – С.394-396.

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ**

А.В. Байыр-оол, М.В. Кожин, И.П. Кокорина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
irusha2008@gmail.com

*Научная работа посвящена анализу опыта зоогеографического картографирования. Выявлена взаимосвязь между климатическими условиями и распространением животных на Западно-Сибирской равнине*

**Ключевые слова:** Зоогеографическая карта, охотничьи угодья, геоинформационное картографирование

Зоогеографическая карта – карта, показывающая размещение животных, их численность, миграции, связи со средой обитания на суше, в водной среде и атмосфере, они относятся к тематическим картам.

Для создания карт животного населения, как одного из типов зоогеографических карт, привлекаются разные материалы по оценке численности животных. Экспедиционные исследования организовываются для сбора данных для создания карт животного населения в региональных атласах. Во время полевых работ происходит сбор материалов о численности и распределении животных. Данные о численности крупных млекопитающих предоставляются службой зимнего маршрутного учета и районных заготовительных пунктов пушнины. По многим районам накоплен необходимый для картографирования объем учетных работ, и продолжительными учетами охвачены большие территории в различных ландшафтно-зональных условиях. При создании карт животного населения широко используются карты с библиографическими и адресными кадастрами работ по населению разных групп животных [1].

Основная сфера приложения зоогеографических карт – учебные и исследовательские задачи, также их используют в охотничьих хозяйствах. Карт охотничьих угодий немного, в связи с этим возникает необходимость создания карт данной тематики.

Стабильное состояние охотничьего хозяйства очень важно для Западной Сибири. В настоящее время на территории Западно-Сибирской равнины имеется большое количество охотничьих хозяйств, оказывающих различные услуги в сфере организации охоты. На территории равнины обитает большое число видов птиц и млекопитающих, которые признаны объектами охоты.

Для задач охотничьего хозяйства используются карты охотничьих угодий. Карта охотничьих угодий используется для ознакомления с состоянием охотничьего хозяйства региона. Карта также применяется в учебном процессе для преподавания физической географии России, а также для широкого круга потребителей [2].

Выбор масштаба карты определяется, прежде всего, ее целевым назначением, размером картографируемой площади, сложностью ее природных условий и выраженностью структуры живого покрова.

Для определения взаимосвязи климатических условий в пределах отдельных регионов Западной Сибири с распространением животного населения была выполнена следующая работа.

Исходные данные: 3 растровых изображения – карта сумм одинаковых температур и карты равных количеств осадков и карта испаряемости (на территорию бывшего СССР), карту-основу в MapInfo на эту же территорию, оцифрованная территория Западно-Сибирской равнины в программном обеспечении MapInfo. Далее была выполнена

привязка растров, добавлена карта – основа и карта территории равнины, обозначены центроиды полигонов.

Планируются дальнейшие действия: добавление дополнительных пунктов (точек), заполнение таблицы атрибутов (добавление значений температуры и осадков, испаряемости). Следующий этап – создание поверхностей при помощи инструмента в MapInfo «Полигоны Вороного», выбор соответствующих цветов и создание самих карт.

Таким образом, в ходе работы проведен анализ опыта зоогеографического картографирования в современный период, также рассмотрены особенности охотничьего хозяйства Западно-Сибирской равнины и при помощи геоинформационного моделирования выявлена взаимосвязь между климатическими условиями и распространением животных на Западно-Сибирской равнине.

### **Список литературы**

1. Тупикова, Н. В., Комарова, А. В. Принципы и методы зоологического картографирования [Текст] / Н. В. Тупикова, А. В. Комарова. – М.: Изд. МГУ, 1979. – 190 с.
2. Карта охотника. Геопортал охотничьих угодий России [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013-2017 – Режим доступа: <https://huntmap.ru/>. – Загл. с экрана.

## **РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ KODU GAME LAB**

В.К. Батура, О.В. Чубрикова  
Новосибирский химико-технологический  
колледж им. Д. И. Менделеева  
[ol1998@yandex.ru](mailto:ol1998@yandex.ru)

*Данная работа посвящена разработке учебного пособия и материалов для Kodu Game Lab. Показывает образовательную возможность пособия. В пособии включены руководства и видеуроки. Оба вида материалов доступны для всех пользователей.*

**Ключевые слова:** пособие, игровая платформа, Kodu Game Lab, видеуроки, обучение, программирование

Современные дети уже в раннем возрасте увлекаются информационными технологиями (ИТ) и многие из них мечтают работать в ИТ-сфере. И ни для кого не секрет, что дети любят игры, порой проводя в них большое количество времени. Часть детей, в итоге,

вдохновляется пережитым опытом, и формируют мечту или цель – работать в IT.

Учебное пособие – учебно-теоретическое издание, частично заменяющее или дополняющее учебник и официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Выделяют следующие виды учебных пособий:

- электронные (презентации, электронные книги, интерактивные игры);
- звукотехнические (аудиозаписи, видео – и DVD фильмы);
- печатные (таблицы, плакаты, стенды, портреты, раздаточные и дидактические карточки);
- объёмные (макеты, натуральные предметы и их имитации).

Цель данной работы:

- освоение учащимися базовых понятий программирования и получение
- первоначального практического опыта;
- развитие алгоритмического стиля мышления;
- предоставление учащимся возможности попробовать себя в роли разработчика игр.

Учебное пособие по Kodu включает 5 занятий, рассчитанных на 11 академических часов. Занятия построены на основе подхода, ориентированного на практику по принципу дидактической спирали:

1) первоначальное знакомство обучающихся с определенными понятиями (характеристиками и свойствами объектов) или видами деятельности через выполнение конкретных практических заданий;

2) развитие содержания обучения на качественно новой основе (более подробное изучение понятий или объектов с включением некоторых новых функций, свойств);

3) применение изученных понятий (свойств, характеристик, приемов, видов деятельности) в задачах творческого типа.

Каждое занятие имеет определенную структуру, соответствующую общей идеологии курса. В свою очередь, каждая из рубрик, входящих в структуру занятия, имеет определенное методическое значение и, так или иначе, ориентирована на развитие навыков самообразования, познавательной и личностной рефлексии обучающихся.

Включение визуализирующих материалов в структуру курса, как показывает практика, имеет достаточно весомую роль за счет создания наиболее лучшего восприятия и понятности. Преподаватель, в свою очередь, выполняет при этом функции контроллера учебного процесса.

Работа с видеофрагментами может быть построена тремя различными способами:

- преподаватель до занятия просматривает видео и прodelьывает все обозначенные в видеоуроке шаги. На самом занятии преподаватель прodelьывает данные действия, проектируя изображение со своего компьютера на экран, а учащиеся работают самостоятельно, повторяя шаги за ним.

- учитель запускает видео для общего просмотра на экран через проектор. В некоторых местах видеоурока целесообразно делать паузы для обсуждения и анализа рекомендуемых к освоению понятий, видов деятельности и т.п.

- учащиеся при наличии наушников у каждого задействованного ПК просматривают видео самостоятельно, прodelьвая указанные шаги. Такой вариант наилучшим образом подходит для занятия в том случае, если темп работы учащихся отличается.

Вывод: Исходя из вышеперечисленного, можно заключить, что Kodu является наиболее подходящей платформой для обучения детей 12-13 лет разработке игр. Простота интерфейса, широкий функционал для данной категории платформ и возможность программирования игр без традиционного кода. Само же учебное пособие состоит из документации, скриншотов и видеоуроков по Kodu Game Lab.

### **Список литературы**

1. Учебные пособия. Виды учебных пособий - URL : <https://солнечный-мир.рф/vidy-uchebnyh-posobij.php>
2. «5 ПРОСТЫХ ШАГОВ К СОЗДАНИЮ 3D ИГР ВМЕСТЕ С KODU» – URL : [https://it-marafon.ucoz.ru/\\_ld/0/1\\_KODU\\_\\_\\_\\_.pdf](https://it-marafon.ucoz.ru/_ld/0/1_KODU____.pdf)
3. «Топ 5 программ для создания игр» - URL : <https://public-rc.com/top-5-programm-dlya-sozdaniya-igr/>

## **КАРТА ОБЪЕКТОВ ДОСУГА ПО ЛИНИИ НОВОСИБИРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

А.Д. Белоусов, Е.С. Утробина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
[yes1976@yandex.ru](mailto:yes1976@yandex.ru)

*Статья касается вопроса разработки карты объектов досуга по линии Новосибирского метрополитена для жителей и гостей города.*

**Ключевые слова:** карта, метрополитен, буклет, досуг, Новосибирск

Для приезжающих в город Новосибирск наиболее удобным видом транспорта является метро. Поэтому разработанный буклет будет полезен для гостей города и его жителей. Буклет содержит схему Новосибирского метрополитена и знакомит с его особенностями, а также с объектами досуга, которые расположены вблизи станций метро.

Целью работы является разработка буклета с картой объектов досуга по линии Новосибирского метрополитена.

Для этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать содержание буклета, включающее информацию о метрополитене и туристических объектах.
2. Разработать компоновку буклета.
3. Выбрать картографическую основу.
4. Разработать условные обозначения.

Новосибирский метрополитен является самым восточным метрополитеном в Российской Федерации, запущен 7 января 1986 года. После запуска Новосибирский метрополитен стал первым и единственным за Уралом и в Сибири, а также четвёртым в России. По длине эксплуатируемых линий Новосибирский метрополитен занимает 155-е место в мире, пятое – в России. По числу станций он занимает 4-е место в России.

В результате изучения источников для создания буклета были разработаны содержание и компоновка. Источниками для создания буклета стали картографические сервисы, такие как Яндекс-Карта и Google-Maps, 2ГИС.

В качестве картографической основы был выбран подходящий фрагмент карты 2ГИС масштаба 1:300 000. На картографическую основу нанесена схема линий Новосибирского метрополитена. Ленинская и Дзержинская линии показаны красным и зеленым цветами соответственно, станции обозначены цифрами, которые дают ссылку на определенную фотографию каждой станции в легенде карты.

Для отображения туристических объектов досуга были разработаны символические условные знаки (рисунок 1). Знаки выполнены в графическом редакторе векторной графики CorelDraw. Условные знаки объектов досуга разрабатывались с учетом проведенного анализа условных обозначений, использующихся на картографических сервисах, таких как Яндекс-Карты, 2ГИС и Google-Maps.



## К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

Н.А. Беляева, В.А. Головин, А.В. Дубровский  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
avd5@ssga.ru

*В статье рассмотрены задачи, решаемые с использованием рекреационной инфраструктуры, ее роль в формировании комфортной и безопасной городской среды. Приведены примеры нарушения норм рекреационной обеспеченности микрорайонов города Новосибирска. Сделаны выводы о необходимости применения механизмов территориального планирования, геотехнологий и данных Единого государственного реестра недвижимости для планирования расположения рекреационных зон.*

**Ключевые слова:** рекреация, Единый государственный реестр недвижимости, геоинформационные системы, территориальное планирование

В практиках градостроительного планирования, организации системы рационального землепользования, а также мероприятиях по поддержанию оптимальных условий для проживания населения применяются методы геоинформационного анализа и геомоделирования. Рекреационное землепользование представляет собой сложную территориально-распределенную многокомпонентную систему. Основная задача рекреационных зон города это обеспечение восстановления сил и здоровья населения с использованием природно-климатических, ландшафтно-композиционных и инженерно-технических особенностей территории. Проблема недостатка мест рекреации возникает из-за переуплотнения городской застройки, ведения «точечного» строительства на территории существующих микрорайонов, а также из-за низкого финансирования мероприятий по оборудованию новых рекреационных зон, реконструкции и восстановлению существующих. Территориальная рекреационная система (ТРС) – это сложнейшая, динамически развивающаяся, а также иерархично подчинённая и взаимосвязанная совокупность компонентов. Функционирование и эволюция компонентов данной структуры направлена на возобновление жизненных сил человека и удовлетворение его социальных запросов и потребностей [1].

При повышении плотности населения и недостаточной обеспеченности рекреационными ресурсами территории проживания

возможна ситуация разрушения рекреационных зон вследствие их неконтролируемого использования. По мнению ряда ученых [2] в такой ситуации необходимо вводить «квоты» на посещение рекреационных зон или организовывать их платное использование. Стоимость будет тем выше, чем выше востребованность рекреационной зоны. Примером могут служить тематические парки развлечений, национальные природные парки и т.д. В аспекте охраны земель такая форма организации землепользования представляется наиболее предпочтительной, так как часть финансовой прибыли будет направляться на поддержание или улучшения экологического благополучия рекреационной зоны. Для определения размера платы за использование рекреационной зоны рекомендуется определить рекреационную ценность территории. Пример подобных расчетов приведен в работе [3]. Исследования были проведены на территории Сазаланской лесной базы отдыха Национального парка Трабзона (Trabzon National Park) в Турции. По данным авторов исследования отмечался существенный «избыток потребителей» рекреационных услуг которой привел к частичной деградации лесной растительности. Только введение платы для посетителей позволило сократить их количество и получить необходимые для восстановления естественных свойств земельных ресурсов финансовые средства. Таким образом, одним из вариантов развития рекреационных зон городов является появление платных рекреационных зон. При этом бесплатные и общедоступные рекреационные ресурсы обязательно должны присутствовать на территории населенных пунктов. Кроме того важно развивать креативные и адаптивные виды рекреации как альтернативу традиционным рекреационным зонам.

### **Список литературы**

1. Новикова В. И. Составляющие территориальной рекреационной системы: определение, классификация // Псковский региональный журнал №2. – Псков : Псковский государственный университет, 2013. – С. 133–150.
2. Sibly H. Pricing and Management of Recreational Activities Which Use Natural // Springer link. Environmental and Resource Economics № 18, 2001. – P. 339–354 (Resources <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011165132180>).
3. Pak M. Determination of forest recreational use value of forest resources in Turkey: Sazalan forest recreation site sample [Electronic resource] – Mode of access : <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0411-A1.HTM>.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ И НЕРАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В АГЛОМЕРАЦИИ

И.А. Бугаева, А.В. Дубровский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
avd5@ssga.ru

*В докладе приводятся общие сведения о рациональности и нерациональности земель в агломерации. Выявление принципов рациональности земель. Примеры рациональности и нерациональности земель.*

**Ключевые слова:** городская агломерация, рациональность, нерациональность, земли населенных пунктов, плотность, инфраструктура.

Грамотно организованная система организации рационального землепользования, считается главным условием и приоритетным условием развития абсолютно всех сфер внутри экономики государства, и составляющей частью земельной политики государства.

Под рациональным использованием земель населенных пунктов следует понимать, деятельность по использованию, эксплуатации земельных ресурсов, а также проектирование, строительство промышленных, коммунальных, бытовых, жилых и не жилых объектов в границах города, поселения и любого населенного пункта, осуществляемые с соблюдением юридических, гражданских и градостроительных регламентов и иных прав, в целях комфортного проживания и благоприятных качеств окружающей среды и устойчивого развития населенного пункта.

Для рационального использования территории нужно следовать нескольким принципам:

- учет экологической составляющей;
- принцип компактности застройки с учетом градостроительных регламентов;
- эффективное, целевое использование земель;
- соблюдение интересов жителей;
- соблюдение охраны земель.

Пример рационального использования земель является город Осло Норвегия [2]: этот город является одним из лучших городов для проживания, в 2019 году получил звание «Зеленой европейской столицей 2019 года» за сокращение загрязняющих воздух выбросов и создание больших природоохраненных зон.

Фрайбург в Германии один из лучших городов для проживания. В этом городе более 100 лет занимала канализационная инфраструктура. Также город называют столицей экологического строительства, одним из примеров является то, что из 320 гектаров под строительство, выделяют 70 гектаров под застройку, а оставшиеся 250 переводят в охраняемый природный заповедник. В этом городе развита умная транспортная инфраструктура, максимальное время стояния в час пик 10–15 минут [3].

Нерационального использования земель населенных пунктов противоречит в той или иной степени рациональности. Нерациональность территории является не продуманное градостроительство, деградации, загрязнения, захламления, нарушения земель, других негативных (вредных) воздействий хозяйственной деятельности [4]. Примером нерациональности является, следующие примеры.

Чрезмерная плотность застройки, пример является Китай. Чрезмерная плотность, это не только ухудшение жизни и деятельности человечества, но так же является огромной экологической проблемой, проблемой транспорта и системы городов в целом. Шанхайская развязка Puxi одна из самых сложных транспортных развязок в Азии. Здесь реализовано пять уровней мостов, соединяющих нагруженные трассы двух близлежащих крупных городов. Пропускная способность развязки не менее тысячи автомашин в час. Что является одним из худших факторов в управление и реализации города. Чрезмерное расширение городов – влечет ряд косвенных экологических последствий в связи с удлинением транспортных коммуникаций и увеличением вредных выбросов от автотранспорта при доставке пассажиров и грузов из одного конца города в другой.

### **Список литературы**

- 1 Карашаева А.С. Проблемы рационального землепользования. Статья в сборнике трудов конференции. 2016. с. 218-220.
- 2 Методы и принципы рационального землепользования [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5787900/page:3/>
- 3 Самых умных городов Мира [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://robo-sapiens.ru/stati/10-samyih-umnyih-gorodov-rossii/>.
- 3 Новосибирская агломерация. [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.vseon.com/themes/agglomeration/item/novosibirskaya-aglomeraciya-2.html>.

4 Новосибирская агломерация: от идеи до назначения вице-губернатора. [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ria.ru/nsk/20140110/988604310.html>.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ КОСВЕННЫМ СПОСОБОМ**

А.А. Герасимова, В.Д. Астраханцев  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
kmn@stu.ru

*В данной работе решается задача по определению высоты сооружения с использованием метода экстраполяции. Данный способ актуален в том случае, когда невозможно определить расстояние от инструмента до объекта.*

**Ключевые слова:** вертикальный угол, экстраполяция, высота сооружения

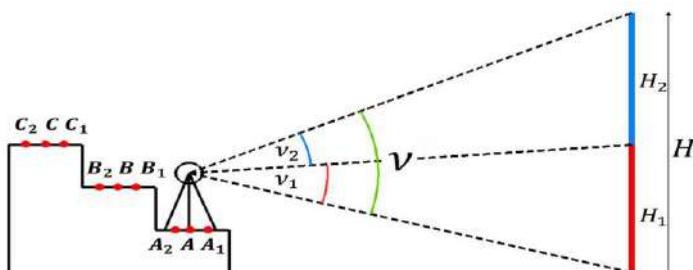
В геодезической литературе описан классический способ определения высоты, когда измеряется расстояние от точки установки теодолита до объекта и вертикальные углы на верх и на низ сооружения [1].

Цель данного исследования: определить высоту объекта, когда нет возможности непосредственно измерить расстояние от точки установки теодолита до сооружения, и оценить точность полученных результатов.

При исследовании было выбрано три горизонта А, В и С для установки теодолита (рис. 1). На каждом горизонте определение высоты сооружения выполнялось с трёх точек. В качестве объекта, высота которого определялась в ходе эксперимента, использовалась обычная трехметровая складная нивелирная рейка. Поскольку расстояние от точки установки теодолита до объекта неизвестно, то для определения высоты было решено использовать метод экстраполяции.

Исследование выполнялось следующим образом. На каждом горизонте теодолит устанавливался последовательно в каждой точке и с этой точки определялся в минутах угол в вертикальной плоскости на известный ( $H_1$ ) отрезок рейки. Для этого выполнялись два отсчета по вертикальному кругу при КЛ и КП на верх известного отрезка рейки, а затем брали два отсчета по вертикальному кругу при КЛ и КП на низ рейки. В том случае, если значение МО на верх отрезка и низ рейки было в пределах двойной точности отсчетного устройства теодолита (одна минута), вычислялся угол ( $v_1$ ). Разделив длину известного отрезка

рейки ( $H_1$ ) на значение угла в вертикальной плоскости ( $v_1$ ), определялась линейная составляющая одной угловой минуты. Затем измерялся угол ( $v_2$ ) в вертикальной плоскости в минутах на оставшуюся часть рейки и зная линейную составляющую одной минуты определялась длина ( $H_2$ ) второго отрезка рейки. Длина первого отрезка рейки задавалась и была точно известна, а длина оставшейся второй части рейки определялась из экстраполяции. Окончательная высота сооружения находилась путем суммирования первого заданного отрезка ( $H_1$ ) со вторым ( $H_2$ ), полученным из экстраполяции.



**Рисунок.1** Схема измерений

С каждой точки на всех трёх горизонтах были выполнены аналогичные измерения. На каждой точке установки теодолита на всех трёх горизонтах была задана различная длина первого отрезка по рейке.

Высота сооружения была определена девять раз. Поскольку истинное значение высоты известно, то для вычисления средней квадратической ошибки одного измерения высоты сооружения была использована формула Гаусса.

Получены следующие результаты:

- Средняя квадратическая ошибка одного определения высоты сооружения составила:  $m = \pm 6\text{мм}$ .
- Относительная ошибка одного определения высоты сооружения оказалась равной  $1/500$ .

Предлагаемый способ имеет ряд ограничений.

1) при определении высоты сооружения с применением экстраполяции необходимо располагать линейный эталон точно в плоскости сооружения;

2) теодолит должен устанавливаться на удалении примерно равным двум или трём высотам сооружения;

3) желательно чтобы суммарный угол в вертикальной плоскости не превышал 35 – 40 градусов.

## Список литературы

1. Кулешов, Д.А. Инженерная геодезия для строителей / Д.А. Кулешов, Г.Е. Стрельников. – М.: Недра, 1990.- 256 с.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ДОСТУПНОСТИ, НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ГЕОЛОКАЦИИ**

И.О. Деменков, А.В. Кобецкая, Я.Г. Пошивайло  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
yaroslava@ssga.ru

*В докладе рассматривается методика создания базы данных объектов городской среды, которые в первую очередь быть обеспечены свободным доступом для маломобильных групп населения*

**Ключевые слова:** доступная среда, геоинформационные системы, технологии геолокации, треки маршрутов, маломобильные группы населения

Одним из ключевых направлений социальной политики Российской Федерации является устранение социальной разобщенности между гражданами с ограниченными возможностями здоровья и гражданами, не имеющими ограничений. С 2011 года в нашей стране принята и действует государственная программа «Доступная среда», второй этап реализации которой заканчивается в 2020 году. Данная программа направлена, в том числе, на формирование условий беспрепятственного доступа к приоритетным объектам и услугам в приоритетных сферах жизнедеятельности инвалидов и других маломобильных групп населения.

В Новосибирске большинство социально-значимых мест не обладают полной доступностью для инвалидов различных нозологий. Нет четкого представления о повседневных потребностях инвалидов и других маломобильных граждан, о маршрутах их передвижения и объектах интереса.

Разрабатываемая методика заключается в использовании возможностей геолокации – определения местоположения и построения треков перемещений при помощи бытовых устройств – смартфонов или планшетов. Построенные и внесенные в базу данных треки

обрабатываются в среде геоинформационных систем (ГИС). Цель: обеспечить заинтересованные организации и учреждения аналитическими данными о наиболее востребованными маломобильными гражданами объектах мегаполиса. Инвалиды включаются в процесс определения таких объектов, что повышает их вовлеченность в общественную жизнь.

На сегодняшний день проект находится на стадии реализации: определено и протестировано программное обеспечение ГИС, разработана структура базы данных проекта, инвалиды-колясочники – участники Новосибирской региональной общественной организацией инвалидов-колясочников «Центр независимой жизни «Финист» – прошли обучение по использованию средств навигации, и, начиная с ноября 2018 года, записывают треки своих маршрутов при помощи смартфонов и свободного программного обеспечения. Собранная информация аккумулируется в СГУГиТ в рамках студенческой научной работы, обрабатывается в ПО ГИС и наносится на цифровую карту. Проводится работа по включению в проект незрячих граждан, при сотрудничестве с Новосибирской областной специальной библиотекой для незрячих и слабовидящих.

Как было сказано выше, на этапе сбора исходных данных должны быть задействованы инвалиды разных нозологий. Инвалиды колясочники, как правило, передвигаются на автомобильном транспорте, личном или такси. Незрячие участники группы перемещаются как на транспорте, так и пешком используя специальную систему ориентирования OsmAnd Access. Данные треков в формате GPX стекаются посредством мессенджера WhatsApp или электронной почты руководителю группы. Руководитель группы в пакетном режиме передаёт информацию ГИС-специалисту СГУГиТ. ГИС-специалист вручную обрабатывает каждый трек: во-первых, он визуализирует его в среде ГИС, затем, при помощи встроенного функционала, точки GPS-трека преобразуются в линейные объекты, которые затем можно уже анализировать средствами пространственного геоанализа, встроенного в ГИС. В итоге получается геоинформационная модель обеспечения доступности инфраструктуры мегаполиса. Необходима дальнейшая работа по автоматизации процесса сбора, передачи и обработки информации, т.к. при увеличении объема входящей информации, ручная обработка будет затруднительна. Также необходимо проведение комплексного пространственного анализа собранных данных.

## **Список литературы**

1. Картографирование доступной среды в Российской Федерации [Текст] / М. С. Польских, Я. Г. Пошивайло // Интеллектуальный потенциал Сибири : 26-я Регионал. науч. студ. конф., 22-24 мая 2018 г., Новосибирск : сб. науч. докл. в 2 ч. - Новосибирск : НГТУ, 2018. - Ч. 2. - С. 438.

## **НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В ЧЕМАЛЬСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ**

А.А. Дементьева

Новосибирский государственный технический университет  
eo\_ushakova@mail.ru

*В статье проанализировано состояние развития туризма и перспективные направления в Чемальском районе Республики. Выявлены основные тенденции развития туристской отрасли в регионе*

**Ключевые слова:** туризм, виды туризма, анализ, перспективы развития

Актуальность

Тема развития туризма в Чемальском районе Республики Алтай является актуальной и имеет важное значение для региона. В туристском плане, район Чемала является наиболее освоенным на Алтае, благодаря своей доступности, благоприятными климатическими условиями, а также ландшафту и культурно-историческим объектам с высокой степенью привлекательности. Цель исследования – выявить перспективные направления развития туризма в Чемальском районе Республики Алтай.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведение теоретического анализа по теме исследования;
- исследование направлений развития туризма в Чемальском районе Республики Алтай;
- выявление основных проблем и перспективных направлений развития туризма в регионе.

Объект исследования – Чемальский район Республики Алтай. Предмет исследования – направления развития туризма в регионе. В процессе исследования выявлен туристско-рекреационный потенциал развития туризма в регионе, выявлены наиболее значимые природные

и привлекательные для туристов историко-культурные объекты.

Основные виды рекреации и туризма: активный отдых, экстремальный, экскурсионный, профессионально-деловой, спортивный и сельский туризм.

Исследована инфраструктура туризма и состояние отрасли. По состоянию на 1 января 2018 года 22 туроператора Республики Алтай внесены в Единый федеральный реестр туроператоров [3]. На территории Республики осуществляют деятельность 24 туристско-информационных центров и 1 информационный киоск для туристов[3].

Ежегодно на территории Республики Алтай проходит большое количество мероприятий (национальные праздники, фестивали, выставки, спортивные мероприятия), пользующихся большим интересом у жителей и гостей региона. Проведенный в 2018 году XVI Межрегиональный праздник алтайского народа «Эл-Ойын 2018» был включен в ТОП-200 лучших событийных проектов России и ему присвоен статус «Национальное событие 2018», аналогичный статус был присвоен и традиционному фестивалю на бурной воде «Кубок Катуня – Ак-Талай-Маргаан» [2].

Основные направления развития туристической отрасли – создание развитого туристского комплекса, соответствующего международным требованиям; совершенствование системы информационного обеспечения в области туризма, проведение активной рекламной деятельности; сохранение природного и историко-культурного наследия территории Горного Алтая.

### **Список литературы**

1. Алтай туристский. [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.vtourisme.com/altaj/infrastruktura/respublika-altaj/rajony/87-chemalskij-rajon>
2. Информация о развитии туристической отрасли Республики Алтай. [Электронный ресурс]. –URL: <https://altai-republic.ru/tourism/development/>
3. Республика Алтай. [Электронный ресурс]. –URL: <http://altai-republic.ru/tourism/tchemalsky-region/>

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПЕРИОД С XIII-XVI ВЕКА

Л.К. Радченко, А.Е. Донская  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
kaf.kartography@ssga.ru

*В настоящее время уделяется повышенное внимание изучению родного края. Изучение истории с помощью наглядного картографического материала является продуктивной методикой обучения. Поэтому создание карты «Расселение населения Западной Сибири в период XIII-XVI века актуальный вопрос. Для создания такой карты необходимо установить взаимосвязь размещения населения с различными факторами, прежде всего с природными объектами.*

Цель данного исследования – проследить расселение населения Западной Сибири в период с XIII-XVI века с помощью картографического метода исследования. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи: изучить необходимую для исследования территорию, проживающие народы на территории Западной Сибири и создать карту.

Историческая карта – это наглядно-условно графическое пособие, служащее для локализации исторических событий в пространстве, созданию представлений о географической среде, в которой они развивались. Историческая карта помогает перенести исторические события в пространство, и учащиеся способны абстрактно представлять, где данные события происходили. Она необходима, поскольку каждый должен знать историю своего края.

В настоящее время знанию исторической географии стали уделять повышенное внимание. В связи с переходом на новые стандарты учебные пособия претерпели большие изменения, поэтому в учебниках и атласах за 6 класс такой исторической карты нет. Поэтому данная карта создается по заказу гимназии № 17 г. Новосибирска, для учеников средней школы по предмету «История России».

Для создания карты расселения населения были подобраны разные источники: физическая карта, которая используется в качестве общегеографической основы, карта Российского государства во второй половине XVI в. и историко-этнографическая карта Сибири XVI в. для нанесения тематической информации, учебник по «Истории России» за 6 класс – для уточнения исторических фактов и подробного ознакомления территории.

В ходе исследования было выяснено, что на территории Западной Сибири население было редким, разбросанным по берегам многочисленных рек, речек, озер, пестрым по этническому составу и языку. На данной территории проживали такие народы, как самодийцы, ханты и манси, ляпинские и сылвинские вогулы, сылвенские и иренские остяки, угры.

Таким образом, в результате исследования был создан проект карты расселения населения Западной Сибири в период с XIII-XVI веков.

## **ФОРСАЙТ-ТЕХНОЛОГИИ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ ТУРИСТСКИХ ДЕСТИНАЦИЙ**

А.П. Жукова, А.С. Тельманова  
Кемеровский Государственный институт культуры  
astel-75@mail.ru

*В статье анализируется эффективность применения форсайт-технологий на примере Томской Писаницы в г. Кемерово. Применение форсайт-технологий может стать очень перспективным направлением в развитии туризма на территории Кемеровской области.*

**Ключевые слова: форсайт-технологии, туристские дестинации, инновации**

Внедрение инноваций в сфере туризма имеет социальную значимость, которую можно рассматривать с двух позиций.

В настоящее время, на фоне интенсивного использования природно-сырьевых ресурсов страны, во многих регионах России наблюдается значительное отставание в развитии региональной рекреационной базы. Причины такого отставания, в общем, понятны.

Эффективным способом увеличения туристического потока в регион, следовательно, появления высокого спроса на туристические услуги, развитие туринфраструктуры и получение доходов от туризма, а в конечном счете рост экономического развития страны возможен при внедрении Форсайт-технологии.

Технология Форсайт - исследований является в зарубежных исследованиях одним из ключевых инструментов выявления перспективных направлений развития, а также начинает широко использоваться в России, прежде всего на национальном уровне.

Цель Форсайта - определение возможного будущего, создание желаемого образа будущего и определение стратегий его достижения.

Прогнозирование, оценка перспектив технологий, исследования будущего и другие формы Форсайта - это попытка определить долговременные тренды и скоординировать на их основе принятие решений.

## **РАЗРАБОТКА БУКЛЕТА «НОВОСИБИРСК МАЛОИЗВЕСТНЫЙ»**

Л.Г. Исакова, Д.В. Могунова, Е.С Утробина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий

*В данной статье рассмотрены малоизвестные достопримечательности города Новосибирска. Проанализированы особенности программ, используемых для создания буклета. Выявлены их достоинства и недостатки. На основе проведенного исследования разработаны условные знаки. Создан буклет «Новосибирск малоизвестный».*

**Ключевые слова:** буклет, программное обеспечение, карта, условные знаки

За последние несколько лет Новосибирская область заявила о себе как о крупном туристском центре Сибири, в том числе и город Новосибирск. Здесь бережно защищают памятники истории, культуры и природы, заботливо обращаются с уникальными ландшафтами. Но мало кто знает о малоизвестных достопримечательностях Новосибирска, которые не менее интересны для туристов. Поэтому разработка данного буклета является актуальной.

Перед началом работы была поставлена цель: разработать буклет и подобрать наиболее подходящий сервис для создания буклета, отвечающего нашим требованиям.

Задачи работы:

- анализ популярных сервисов для создания буклета.
- разработка содержания буклета, включающая выбор интересных объектов подбор фотографий и информации о них.
- разработка карты для буклета, включающая поиск и подбор картографической основы и условных знаков для карты буклета.
- выбор программного обеспечения и создание буклета.

Новосибирск, являющийся одним из крупнейших городов России, может похвастаться огромным количеством примечательных мест, которые стоит посетить.

Собранные здесь необычные места, памятники, сооружения дают возможность лучше узнать сибирскую столицу, ощутить её особую атмосферу. Одни удивят оригинальностью замысла и формой своего воплощения, другие помогут открыть для себя что-то новое и интересное, а некоторые даже повеселят [1].

О достопримечательностях:

- Дом № 8 по улице Фрунзе – трагичный аналог московского «Дома на набережной»;
- мемориальная доска 1913 года, увековечившая проектировщиков и строителей тоннеля под Транссибирской магистралью, больше века висит у въезда в этот самый тоннель;
- граффити на гаражах во дворе одного из домов на Советской;
- креативный дорожный знак-жираф разбавляет;
- Европейский домик недалеко от автовокзала;
- маленькая жестяная птичка на здании Новосибирского краеведческого музея;
- В Новосибирске – четыре Эйфелевы башни.;
- миниатюрная Пизанская башня в небольшом скверике рядом со станцией метро «Октябрьская»;
- арка Джону Леннону;
- памятник Дон Кихоту у входа в Новосибирскую городскую коллегия адвокатов;
- подземный ход, прокопанный он под улицей Урицкого и связывает два здания управления Западно-Сибирской железной дороги;
- в зоомузее Института систематики и экологии животных СО РАН множество экспонатов.

Все эти выбранные малоизвестные достопримечательности нашли своё отражение в буклете.

На начальном этапе разработки буклета возникла сложность выбора программного обеспечения для его создания и дальнейшей печати. Экспериментальный вариант буклета подразумевал верстку в программе Microsoft Office Publisher. Однако те варианты шаблонов, что предлагает эта программа, показались банальными и давно наскучившими. Поэтому вопрос выбора программного обеспечения для создания буклета остался не решённым. Опытным путем были обнаружены два Интернет-портала PrintDesign и Canva, на которых впоследствии велась работа [2].

В ходе работы были выявлены преимущества и недостатки этих программ.

Первым стал PrintDesign - онлайн-редактор полиграфических макетов (Таблица 1).

**Таблица 1 - Достоинства и недостатки редактора PrintDesign**

Плюсы	Минусы
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Бережное хранение макетов в облаке.</li><li>2. Возможность скачать макет.</li><li>3. Услуги помощи профессиональных дизайнеров.</li><li>4. Встроенный фотосток и бесплатный клипарт.</li><li>5. Возможность заказать продукцию с доставкой по России.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Неудобный интерфейс.</li><li>2. Низкое качество изображений в фотостоке.</li><li>3. Узкий функционал.</li><li>4. Стоимость готового макета 150 рублей.</li><li>5. Необходимость выхода в Интернет.</li></ol>

Последующая работа велась в онлайн-сервисе Canva, позволяющем любому человеку заниматься веб-дизайном без специальной подготовки, дорогого программного обеспечения и оборудования (Таблица 2).

**Таблица 2 – Достоинства и недостатки программы Canva**

Плюсы	Минусы
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Простота использования.</li><li>2. Наличие бесплатных шаблонов страниц, изображений и т.п.</li><li>3. Загрузка пользовательских шрифтов.</li><li>4. Установка цветовых палитр.</li><li>5. «Защита потери данных»: система автоматически сохраняет шаблон после каждого действия.</li><li>6. Возможность сохранять работу в форматах png и pdf. Формат png подходит для публикации изображений онлайн, а pdf можно использовать для изготовления печатной продукции; использование и скачивание бесплатны.</li><li>7. Использование и скачивание бесплатны.</li><li>8. Наличие мобильной версии приложения.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Необходимость выхода в Интернет.</li><li>2. Ограниченное количество изображений и иллюстраций доступно бесплатно.</li><li>3. Невозможность изменить размер изображения в ходе работы.</li><li>4. Отсутствует возможность использовать графические элементы из разных шаблонов.</li></ol>

В процессе разработки буклета возникла сложность выбора картографических условных знаков: одни не отвечали требованиям оформления картографических материалов, другие становились непонятны при чтении буклета простыми пользователями. Поэтому авторы обратились к уже готовым работам. Проведя анализ условных знаков [3], пришли к выводу, что наилучшим вариантом условных обозначений для буклета станут наглядные символические значки, которые по своему рисунку мысленно отождествляются с изображаемыми объектами, т.е. их форма вызывает какие-либо ассоциации с изображаемыми объектами.

Для удобства использовались изображения в формате PNG. Такой формат позволяет упростить работу со слоями, т.к. он обеспечивает поддержку многоуровневой прозрачности слоев. Картографическая основа для карты буклета необходимого масштаба была подобрана из электронного справочника 2GIS.

Таким образом, в процессе выполнения исследовательской работы цели и задачи были достигнуты.

В результате проделанной работы было разработано содержание буклета, включающее в себя 12 малоизвестных достопримечательностей Новосибирска и карту их размещения, выбрано программное обеспечение, в котором был создан буклет «Новосибирск малоизвестный».

### **Список литературы**

1. Средство массовой информации «Интернет-журнал Сиб.фм» URL: <https://sib.fm/articles/2016/02/04/neizvestnoe-gde-to-rjadom> (дата обращения 18.01.2019)
2. Интернет-агентство Texterra URL: <https://texterra.ru/blog/kak-sozdavat-vizualnyy-kontent-s-pomoshchyu-udobnogo-i-deshevego-instrumenta-canva.html> (дата обращения 25.01.2019)
3. Салищев К. А. Картография: учеб. пособие для геогр. спец. ун-тов. М.: Высш.шк., 1982. – 271с.: с.45-81

## СОЗДАНИЕ БУКЛЕТОВ «ОРДЫНСКОЕ КОЛЬЦО» И «КРАСНАЯ ЛИНИЯ ГОРОДА КОКШЕТАУ»

К.В. Карташова, Е.Е. Крапивина, Е.С. Утробина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
yes1976@yandex.ru

*В докладе рассматриваются вопросы разработки и создания картографических буклетов для туристских маршрутов, с помощью которых можно найти и осмотреть главные достопримечательности, на примере буклетов «Кокшетау Красная линия» и «Ордынское кольцо».*

**Ключевые слова:** буклет, туристский маршрут, достопримечательности, Кокшетау, Красная линия, Казахстан, Ордынский район, Новосибирская область.

В настоящее время туризм является важным фактором развития инфраструктуры городов и областей. В то же время очень важно сохранять исторические объекты и местные достопримечательности, поскольку именно они указывают на уникальность того или иного места, несут не только историческую и культурную, но и духовную ценность. Для посещения исторических объектов и достопримечательностей и привлечения туристов, необходимо разрабатывать различные картографические произведения туристской тематики. Это, например туристские буклеты, отражающие местные достопримечательности и предлагающие познакомиться с историей местности, значимыми объектами. При этом следует разработать наиболее оптимальный маршрут осмотра достопримечательностей с учетом местной инфраструктуры.

Целью работы является разработка туристских буклетов города Кокшетау, Республика Казахстан, «Красная линия» и однодневного туристского маршрута «Ордынское кольцо» Ордынского района Новосибирской области. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- собрать необходимые данные об интересных исторических объектах и главных достопримечательностях местности;
- подобрать картографическую основу;
- выбрать объекты, которые будут отражены на карте;
- составить оптимальный экскурсионный маршрут на карте;
- подобрать фотографии достопримечательностей;
- разработать условные знаки для карты;

– разработать компоновку и оформление буклета.

При разработке содержания буклета необходимо выбрать наиболее излюбленные местными жителями объекты, которые будут интересны, в том числе и гостям города, а также наиболее значимый информационный материал об основных исторических достопримечательностях и различные иллюстрации, фотографии туристских объектов.

В качестве картографической основы – исходного материала, подбирается фрагмент карты из картографических приложений 2GIS, Яндекс.Карты, Gogle.maps.

Затем необходимо выполнить отбор объектов, которые будут отражены на карте и продумать оптимальный экскурсионный маршрут передвижения от одного объекта к другому.

На следующем этапе выполняется векторизация картографической основы с помощью программ векторной графики и разрабатываются условные знаки для отображения достопримечательностей.

На этапе разработки условных знаков выполняются экспериментальные работы по оформлению и компоновке буклета.

Разработка обложки, названия, логотипа, шрифт, цвет, их композиционное размещение, удобное для зрительного восприятия.

В результате проделанной работы созданы туристские буклеты «Кокшетау Красная линия» с маршрутом для туристов, в котором отражены самые значимые и красивые места в городе, и «Ордынское кольцо» – однодневная туристская экскурсия по Ордынскому району. Созданные буклеты помогут туристам в путешествии, а также познакомят их основными достопримечательностями и историческими объектами.

### **Список литературы**

1. 2GIS: Картографический сервис.– Режим доступа <https://2gis.kz/>–загл. с экрана.
2. Науменко А.А. Физическая география Казахстана: учеб. пособие. – Алматы: Казахстанский университет, 2009. – 362 с.
3. Нырцова Т.П., Кузьмина Н.А. Картографический дизайн: методические указания.– М., Изд. МИИГАиК, 2001.– 34с.
4. Ордынский историко-краеведческий музей, 2016-2018 – [Электронный ресурс] – <http://ord-museum.ru/dost.html>
5. Яндекс карта [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://yandex.ru/maps/>

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РАЙОНА г. НОВОСИБИРСКА

А.В. Кобецкая, И.О. Деменков, Я.Г. Пошивайло  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
yaroslava@ssga.ru

*Доклад посвящен разработке карты доступности наиболее востребованных маршрутов перемещения туристов Железнодорожного района г. Новосибирска.*

**Ключевые слова:** доступная среда, картографирование, туристские маршруты, маломобильные группы населения, геоинформационные системы

Железнодорожный район г. Новосибирска очень интересен в историческом и культурном аспектах. На территории района расположено много социально-значимых объектов, в том числе объекты культуры, туризма, религии. Близость железнодорожного вокзала обеспечивает хорошую транспортную доступность района для жителей области. Граждане без ограничения возможностей здоровья могут свободно передвигаться по территории района и осматривать достопримечательности, для инвалидов существуют проблемы с доступностью по маршрутам передвижения.

В Российской Федерации большое внимание уделяется обеспечению равных прав граждан с ограничениями здоровья. С 2011 года в РФ принята и действует программа «Доступная Среда». Целью данной программы является создание правовых, экономических и институциональных условий, способствующих интеграции инвалидов в общество и повышению уровня их жизни. Одним из активных участников программы Доступная среда является «Новосибирская областная специальная библиотека для незрячих и слабовидящих» (НОСБ), успешно развиваясь как ресурсный центр доступной информационной среды, предоставляет широкий спектр социокультурных услуг. Кафедра картографии и геоинформатики СГУГиТ, в сотрудничестве с НОСБ проводит исследования, связанные с разработкой ассистивных средств и технологий.

В 2019 году в Новосибирске реализуется проект «Добровольцы безбарьерных маршрутов», который поддержала партия Единая Россия. Проект призван улучшить доступность исторического центра Железнодорожного района Новосибирска.

Задачи проекта:

- 1) выбрать оптимальные схемы пешеходного движения по 7 значимым маршрутам на территории Железнодорожного района;
- 2) сформировать маршруты на основе использования мобильных средств геолокации;
- 3) оценить доступность маршрутов по результатам их тестирования маломобильными группами населения;
- 4) подготовить рекомендации и разместить их в общедоступном информационном пространстве;
- 5) подготовить предложения для устранения выявленных физических и информационных барьеров.

СГУГиТ оказывает технологическую поддержку данному проекту, ведь наилучшим способом представления полученных в ходе реализации проекта маршрутов, является карта. Карта доступности исторического центра Железнодорожного района разрабатывается СГУГиТ в среде ГИС. В качестве картографической основы используются открытые картографические данные OpenStreetMap. При прохождении маршрутов для построения треков используются средства геолокации. Достопримечательности, которые встречаются на маршрутах, фотографируются и визуализируются в ГИС.

Проект включает 7 маршрутов. На данном этапе реализации проекта проведено тестирование средств навигации, подготовлена картографическая основа в среде ГИС ArcGIS, разработаны тематические условные обозначения: светофоры, пешеходные переходы, пандусы, бордюры, тактильные полосы для инвалидов по зрению и т.д. Здания, тротуары, пешеходные переходы, классифицируются по уровню доступности согласно принятым на картах доступной среды цветовым обозначениям: красный цвет – недоступно, желтый – частичная доступность и зеленый – доступно полностью.

Цифровая карта доступности и текстовые описания маршрутов, полученные в итоге реализации проекта, должны обеспечить возможность самостоятельного перемещения маломобильных граждан к десяти–пятнадцати социально значимым объектам историко-культурной части Железнодорожного района города Новосибирска.

### **Список литературы**

1. Картографирование доступной среды в Российской Федерации [Текст] / М. С. Польских, Я. Г. Пошивайло // Интеллектуальный потенциал Сибири : 26-я Регионал. науч. студ. конф., 22-24 мая 2018 г., Новосибирск : сб. науч. докл. в 2 ч. - Новосибирск : НГТУ, 2018. - Ч. 2. - С. 438.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

М.И. Коваленко, В.Ю. Корбе, Л.А. Максименко, Е.А.Таныгина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
maksimenko\_la@mail.ru

*Данная статья посвящена изучению проектирования учебного геодезического полигона СГУГиТ. Приведены примеры других геодезических полигонов. Рассмотрены необходимые факторы для создания геодезического полигона. Источниками информации послужили данные геодезических измерений.*

**Ключевые слова.** Учебный, геодезический полигон, проектирование, 3D-модель, CIVIL 3D

При всем многообразии геодезических измерений все они сводятся к трем видам: угловым, линейным и высотным. Освоение студентами методов и технологий геодезических измерений не должно ограничиваться учебным классом или лабораторией. Для закрепления навыков производства измерений необходима полевая практика на полигоне.

Пространство обучения необходимо также увеличивать как за счет полевых производственных практик, так и постоянного сотрудничества с предприятиями, осуществляющими деятельность по смежным с геодезией направлениям.

При проектировании геодезического учебного полигона нужно учитывать такие факторы как:

- виды измерений и типы приборов, которые будут применяться при его создании;
- наличие в районе полигона пунктов ГГС, которые можно будет использовать в его составе;
- сейсмическую устойчивость района;
- возможность подъезда к геодезическим пунктам;
- отсутствие промышленных объектов и сельскохозяйственных угодий, препятствующих качественному проведению измерений и выполнению всех требований по обеспечению сохранности пунктов полигона.

После изучения соответствующей нормативной базы и освоения работы с программным обеспечением и получения исходных данных, нами были изучены и отработаны методы создания 3D-моделей местности, а также различные способы его представления. В качестве

основного программного комплекса был выбран Autodesk Civil 3D, который полностью отвечает поставленным задачам. По результатам геодезических измерений была создана цифровая модель территории полигона.

Созданная 3D модель полигона является основой для принятия последующих планировочных решений по благоустройству территории и возведению объектов капитального строительства.

В процессе выполнения работы были изучена нормативная литература и на её основе нами были сформулированы предложения для развития геодезического полигона.

### **Список литературы**

1. Молодой ученый [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/124/6917/> (Дата обращения 20.03.2019)
2. Геопрофи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geoprofi.ru/>, 3.2016. - 46 (Дата обращения 27.02.2019)
3. Максименко Л.А. Применение программных продуктов AutoDESK при подготовке обучающихся по направлению "Землеустройство и кадастры" Максименко Л.А., Таныгина Е.А., Калюжин В.А. // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2018. Т. 23. № 1. С. 240-249.

## **ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЯМ НОВОСИБИРСКА**

Е.П. Кохан, И.Н. Гадалов, О.В. Чубрикова  
Новосибирский химико-технологический  
колледж им. Д. И. Менделеева  
ol1998@yandex.ru

*Данная работа посвящена разработке веб-приложения карты достопримечательностей Новосибирска для туристов и жителей города. На сайте расположена карта с метками достопримечательностей и информация, которая разбита по категориям.*

**Ключевые слова:** сайт, карта, достопримечательность, категория, метка, главное меню, макет

Почему то, о чём я буду говорить здесь, важно? Наш город достаточно большой и не только туристы, но и не все жители города не знают о том, куда сходить.

Цель: создать систему, в которой удобно будет посмотреть рейтинг самых посещаемых достопримечательностей и их описание или историю.

Задачи:

1. Определить связи между страницами;
2. Нарисовать макет сайта, а также перенести в HTML;
3. Создать базу данных, а также функции CRUD достопримечательностей в неё;
4. Добавить функцию добавление с базы данных меток на карту.

При выполнении задач нужно понимать, что данной системой будут пользоваться люди разного возраста и из разных стран.

У пользователя на сайте будут возможности:

- Просматривать карту;
- Узнать о важных местах города что-то новое;
- Построить маршрут до той или иной достопримечательности;
- Узнать стоимость билета или входа.

Также пользователь сможет связаться с администрацией для редактирования или добавления достопримечательностей.

Структура и навигация будущей системы состоит из следующих страниц:

1. Главная страница
2. Карта
3. Категория
  - 3.1. Парки
  - 3.2. Памятники
  - 3.3. Театры
  - 3.4. Зоны отдыха
  - 3.5. Архитектурное наследие
  - 3.6. Музеи

Для каждой категории относится много однотипных страниц достопримечательностей. На данной странице будет расположена фотография, а также описание и/или история данного объекта. Также у категории есть отдельное изображение в формате «.png».

Для реализации макета был использован графический редактор Adobe Photoshop. А также редакторы кода:

- Pycharm – для разработки серверной части приложения на Python.

- Atom – для разработки клиенткой части приложения. Особенно для языков: HTML, CSS.

Для реализации внешнего вида сайта были использованы: HTML и CSS. Для части сервера Python, фреймворк для веб-разработки Django. Для базы данных использовалась база MySQL.

В результате получилось определить структуру страниц, нарисовать макет страниц, а также перевести макет в верстку.

### **Список литературы:**

1. <https://www.python.org/> - официальный сайт Python
2. <https://www.djangoproject.com/> - документация по Django.
3. Владимир Дронов. Django: Практика создания Web-сайтов на Python/ Издательство: БНВ, 2019 г. 76 с.
4. Сырых Ю.А. Современный Веб-дизайн. Эпоха Веб 3.0 / Ю.А Сырых. – М: Вильямс, Диалектика, 2013. – 368с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ QR-КОДОВ В КАРТОГРАФИИ**

С.А. Кузнецов, А.Ю. Сотникова, А.А. Колесников  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
komissarova\_e@mail.ru

*Несмотря на достаточно хорошую степень исследованности традиционных печатных карт, тем не менее найден новый способ увеличения информационной емкости карты и тем самым частично разрешить существующее противоречие между наглядностью и читаемостью карты. Одним из таких способов является использование технологии QR-кодов. В докладе рассмотрены базовые возможности QR-кодов, обеспечивающие интерес к этой технологии. В результате исследований выделен ряд достоинств использования QR-кодов при создании традиционных карт. Исследование технологий с применение QR-кодов в картографии имеет как научное, так и прикладное значение в аспекте создания традиционных карт различного содержания и назначения.*

**Ключевые слова:** информационная емкость, традиционные карты, qr-код

QR-коды при создании и использовании интерактивных картографических произведений начали использоваться сравнительно недавно. Поэтому технологии, терминология и методики их применения в картографии еще находятся в стадии развития [1,2,3].

Цель данного исследования – выявить ряд особенностей, достоинств и недостатков применения QR-кодов при создании и использовании традиционных карт

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

- исследовать зависимость удобства и надежности считывания QR-кодов от геометрических размеров их изображения;
- исследовать возможности размещения QR-кодов на ранее изданных традиционных (бумажных) картах;
- разработать варианты новой компоновки изданных карт с учетом дополнения их содержания QR-кодами;
- рассмотреть возможность упрощения условных знаков на карте с компенсацией потери информации за счет применения QR-кодов и выполнить соответствующие экспериментальные работы.

Исследование технологий QR-кодов для применения в картографии имеет как научное, так и прикладное значение в аспекте создания нового вида интерактивного картографического произведения. Оценка возможности использования QR-кодов совместно с различными видами картографических произведений позволяет сформулировать ряд положительных эффектов:

- дополнение картографической информации другими формами информации (видео, звук, анимация) как непосредственно включенными в сам QR-код, так и посредством ссылок на Интернет-ресурсы;
- сочетание интегрированного представления картографируемой территории в целом и представления отдельных ее объектов более детально с помощью размещения дополнительной семантической информации посредством QR-кодов;
- обеспечение автоматизированного поиска необходимой дополнительной информации об объектах карты посредством размещения гиперфайловых ссылок к внешним ресурсам в QR-коде;
- осуществление интерактивного взаимодействия пользователя с источниками картографической информации [1,2,3].

Исследование возможности размещения описанным способом QR-кодов на ранее изданных пяти традиционных (бумажных) картах было выполнено путем экспериментальных работ. Для этого были взяты пять ранее изданные карты разных лет издания на территорию Новосибирской области, Новосибирского водохранилища и г. Новосибирска.

При использовании QR-кодов изменяется подход к применению в картографии различных видов данных: от доминирующей графической формы, дополненной текстами и фотографиями (например, бумажная

карта с условными знаками) происходит переход к использованию в неразрывном сочетании разных форм информации – ссылок к Интернет-ресурсам (видео, анимация, звук), определение местоположения с помощью географических координат [2,3].

### **Список литературы**

1. Лисицкий Д. В. Картография в эпоху информатизации: новые задачи и возможности // География и природные ресурсы. – 2016. – № 4. – С. 22–28.
2. Мультимедийные средства и технологии в картографии: монография / Д. В. Лисицкий, Е. В. Комиссарова, А. А. Колесников, Т. С. Молокина. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – 190 с.
3. J. Deng C. C. Loy Z. Yang, H. Xu and W. C. Lau. Robust and fast decoding of high-capacity color qr codes for mobile applications. arXiv:1704.06447, 2017.

### **РАЗРАБОТКА МАКЕТОВ САЙТА «KISS KISS»**

Ластовская Т.А., Чубрикова О.В.  
Новосибирский химико-технологический  
колледж им. Д. И. Менделеева  
ol1998@yandex.ru

*Данная работа посвящена разработке дизайна и веб-сайта для кошачьего кафе. Показывается творческий характер сайта. На сайте содержится информация по сервисам кошачьего кафе и его текущей деятельности. Предлагаемые пользователю ресурсы тематически делятся на два основных блока: информация о акциях и меню и по локациям кафе.*

**Ключевые слова:** макет сайта, главное меню, разрешение, пользователь, логотип сайта, дизайн, страницы сайта

В данной работе мы рассматриваем технологию и инструментарий разработки макетов сайта для кошачьего кафе «Kiss Kiss».

Цель работы - разработать макеты сайта разрешением на три вида устройств:

- персональный компьютер,
- планшет,
- смартфон.

Чтобы достичь этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать логотип сайта;

2. Подобрать шрифты;
3. Определится с разметкой и дизайном макетов;
4. Реализовать макеты.

При выполнении данных задач необходимо учитывать то, что целевой аудиторией нашего сайта будут исключительно коты и кошки со средним достатком.

Сайт будет давать возможность ознакомиться:

- с услугами кафе,
- меню,
- локациями кафе,
- акциями и бонусами.

Также пользователь сможет:

- заполнить форму бронирования столика;
- посетить страницы кафе в других социальных сетях;
- совершить звонок, для уточнения каких-либо вопросов по сервисам кафе;
- узнать адрес кафе.

Структура и навигация будущего сайта состоит из нижеследующих страниц:

1. Главная страница
2. Меню
3. Бронирование
4. Локации кафе
  - а) «На крыше»
  - б) «На диване»
  - в) «В подвале»

Также клиенты кафе (коты и кошки) могут узнать всю необходимую информацию: контактные данные, ссылки на страницы социальных сетей и контактные данные разработчиков сайта.

Для реализации макетов сайта был выбран графический редактор компании Adobe, Photoshop СС 2017.

Список часто используемых инструментов:

1. «Текст» - для вставки и редактирования надписей, текстов;
2. «Заливка» - для закрашивания объектов;
3. «Волшебная палочка» - для выделения необходимых областей на слое;
4. «Линия», «Прямоугольник» - для создания рамок и основных элементов сайта;
5. «Точечная восстанавливающая кисть» - для создания текстур;
6. «Ластик» - для удаления лишних объектов;
7. Инструменты масштабирования.

Шрифты и изображения взяты с ресурсов сети Интернет. Изображения использовались для создания новых кистей, логотипа и элементов макета.

В результате получилось 17 макетов с детальной проработкой в трёх разрешениях: компьютер; планшет; смартфон.

### **Список литературы**

1. Немцова Т.И., Назарова Ю.В. Компьютерная графика. Практикум: учебное пособие/ под ред. Л. Г. Гагариной. - М. : ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2017. – 288с.: ил.
2. Сырых, Ю.А. Современный веб-дизайн. Эпоха Веб 3.0 / Ю.А. Сырых. - М.: Вильямс, Диалектика, 2013. - 368 с.
3. Берд, Дж. Веб-дизайн.Руководство разработчика. / Дж. Берд. - СПб.: Питер, 2012. - 224 с.

## **ОСОБЕННОСТИ МОБИЛЬНОЙ КАРТОГРАФИИ**

А.В. Лысенко, И.П. Кокорина

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
irusha2008@gmail.com

*Доклад касается вопроса выявления аспектов картографии, находящихся свое применение в мобильных устройствах*

**Ключевые слова: мобильные карты, виртуальная реальность, дополненная реальность**

Мобильное картографирование – это раздел картографии, изучающий теоретические и методические вопросы, методы и приемы картографии для создания, размещения, воспроизведения и использования карт на мобильных устройствах. Цифровая (компьютерная) картография является не столько самостоятельным разделом картографии, сколько её инструментом, обусловленным современным уровнем развития технологии. Так, если раньше авторский оригинал карты чертился тушью, то на сегодняшний момент он вычерчивается на экране монитора компьютера. Для этого используют Автоматизированные картографические системы (АКС), созданные на базе специального класса программного обеспечения (ПО).

Условные обозначения, применяемые на мобильных картах, подразделяют на три основные группы: внемасштабные, или точечные, которые используются для показа точечных объектов, линейные,

используемые для отображения линейных объектов, и площадные, применяемые для объектов, сохраняющих на карте размеры и очертания.

Существует возможность создания приложений без углубленного изучения программирования таким способом, в котором можно использовать API. API (программный интерфейс приложения, интерфейс прикладного программирования) - описание способов (набор классов, процедур, функций, структур или констант), которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой. Благодаря данному программному интерфейсу можно заимствовать у других приложений некоторые части и использовать их в своем приложении. Но такие услуги не бесплатны [1].

Подобные услуги оказывает HERE Technologies, позволяющая использовать свои сервера, для получения различных функций, таких как геокодирование, геовизуализация.

На рынке программного обеспечения для мобильных устройств представлено немало картографических приложений. Наиболее популярными приложениями являются Яндекс.Карты, GoogleMaps и 2ГИС. Яндекс.Карты обладает лучшим покрытием в России, хорошей детализацией, современным интерфейсом, позволяет строить маршруты как для автомобиля, так и для общественного транспорта. GoogleMaps имеет хорошую детализацию и лучшее покрытие в мире, интеллектуальный поиск, режим 3D, даёт возможность строить маршруты для автомобиля, общественного транспорта, а также для пешеходов. 2ГИС уступает своим конкурентам в покрытии как в России, так и в других странах, но зато обладает одной из лучших детализаций в городах присутствия, имеет подробную информацию об организациях и ежемесячно обновляется. Также данное приложение позволяет строить маршруты, не требуя подключения к Интернету [2].

Виртуальная реальность – это общий термин для контента, который можно воспроизводить с помощью шлемов виртуальной реальности, смартфонов и других мобильных устройств. При этом контентом может быть как линейное видео, снятое на панорамную камеру, так и интерактивные 3D – симуляции, подобные тем, что можно испытать в компьютерных играх.

Дополненная реальность – это результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации. «Пионером» среди картографических сервисов является компания «Яндекс», внедрившая дополненную реальность в свое картографическое приложение. Дополненная реальность в Яндекс.Картах построена на основе базы

ARKit. Благодаря этому постройка маршрута для пешеходов стала проще.

Таким образом, мобильное картографирование на сегодняшний день является востребованным направлением, развитие которого предполагает удовлетворение постоянно растущих потребностей в получении информации с помощью мобильных устройств. Мобильные картографические приложения дают возможность просматривать карты местности и спутниковые фотографии Земли, определять своё местоположение, ориентироваться на местности, просматривать справочные сведения о различных учреждениях, прокладывать и запоминать маршруты и т.д.

### **Список литературы**

1. Мобильные информационные системы: картография. Режим доступа: <https://www.npomis.ru/maps>.
2. Компьютерра: мобильная картография. Режим доступа: <https://old.computerra.ru/terralab/softerra/434112/>.

## **СОЗДАНИЕ ТУРИСТСКОГО БУКЛЕТА «ЗАУРАЛЬЕ – ЭТО СОТНИ РЕК И ТЫСЯЧИ ОЗЕР»**

В.М. Ляпунова, Л.К. Радченко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
rlk77@mail.ru

*В докладе рассмотрены вопросы разработки картографического буклета по Зауралью с целью развития туризма в этом регионе*

**Ключевые слова: туристический буклет, условные обозначения, Зауралье, Курганская область**

На данный момент в Российской Федерации насчитывается 85 субъектов – республики, края, области, города федерального значения, автономная область, автономные округа. Обычному человеку не хватит целой жизни, чтобы посетить каждый из них.

Целью исследования явилось создание картографического буклета для ознакомления с одним из субъектов Российской Федерации – Курганской областью, и привлечения внимания туристов к данному региону.

Основные задачи исследования:

1. Изучение указанной территории с помощью различных источников.

2. Создание карты региона с указанием наиболее значимых достопримечательностей.

3. Определение наиболее оптимальных вариантов оформления картографического буклета и его создание.

Зауралье – территория России, непосредственно прилегающая к восточному склону Урала в бассейнах рек Тобол и Обь. Распологается на территориях Курганской, Тюменской, Челябинской, Свердловской областей России и Костанайской области Республики Казахстан. Часто в разговорном обиходе и в прессе Зауральем называют только Курганскую область.

Название области дал ее главный город – Курган, основанный на месте древнего Царева кургана. В недавнем прошлом здесь была дикая степь, по которой перемещались кочевники-скотоводы. Советская власть призвала «покорить целину», и практически вся степь оказалась распахана. Часть той распахки уже заброшена, но и в наши дни почти половина территории области находится под посевами пшеницы. Известность области принесли озера, которых здесь тысячи.

Территория области небольшая, составляет всего лишь 0,42 % площади России. По этому показателю область занимает 46-е место в стране. Численность населения области – 845 537 чел. (данные на 2018 год).

Курганская область является одним из уранодобывающих регионов России.

В качестве картографической основы взята Яндекс карта Курганской области.

На карте, представленной в буклете, отображены границы (в том числе государственная граница с Казахстаном), 24 районных центра, главные реки, пути сообщения области (автомобильные и железные дороги), а также самые интересные достопримечательности региона: соленые озера (озера Горькое и Медвежье), лес «Ленину 100 лет», Чимеевский и Далматовский монастыри, памятник природы регионального значения Иванов Камень. Кроме того, на фрагменте карты указаны месторождения урана.

Условные обозначения, используемые при составлении карты региона, разработаны в соответствии с условными знаками данного масштаба.

Картографический буклет содержит множество изображений, привлекающих внимание читателя. На этих изображениях – гордость жителей области Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова в г. Кургане, Далматовский Успенский мужской монастырь, алтарь

Чимеевского храма, авиационный музей и некоторые природные объекты, в том числе главная река области – Тобол.

В качестве подложки для буклета выбрана фотография, сделанная в полях пшеницы, которыми знаменит этот край, а на главном развороте выделены пять причин посетить Курганскую область.

В ходе проделанной работы, были выполнены все задачи, целью которых являлось создание картографического буклета, необходимого для привлечения туристов в регион и дальнейшей его популяризации.

### **Список литературы**

1. Зырянов А., Вохменцев М. Курганская область. Активный и познавательный туризм. – М.: ИД Фест Хэнд, 2013. – 254 с.
2. Берлянт, А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
3. История Курганской области. Т. 3. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 1998. – 468 с.
4. Яндекс карта [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://yandex.ru/maps/>

## **О ГЕОИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ НЕДР КУЗБАССА**

И.Е. Истомина, В.С. Сазонов, А.Н. Соловицкий  
Кемеровский государственный университет  
[san.mdig@mail.ru](mailto:san.mdig@mail.ru)

*Установлено, что новые безопасные и экологически чистые технологии освоения угольных месторождений Кузбасса должны основываться на новых знаниях о развитии геодинамических и техногенных процессах при освоении недр. Такая информация невозможна без использования геоинформационных технологий. При этом нужно не только создать комплекс карт, но и пространственно ориентированную информацию для всех этапов геотехнологии освоения недр. Практическое использование полученной информации заключается как в обеспечении проектирования и эксплуатации горных предприятий, так и оценке геодинамической опасности при освоении угольных месторождений.*

**Ключевые слова:** геоинформационное обеспечение, геотехнология освоения недр, картографическая информация, рельеф, месторождение, проектирование

Первоочередной задачей геотехнологии освоения недр является разработка и исследование методов и способов подготовки массива горных пород для освоения георесурсов. С позиций современного подхода одной из новых её задач становится геоинформационное обеспечение (ГИО). ГИО – это новая составная часть его цифровой экономики [1, 2, 3]. Основная задача указанного ГИО связана не только с созданием комплекса картографического обеспечения геотехнологии освоения недр, но и с информацией для реализации всех её этапов. Эта задача многогранна, полностью не разработана и не отражена достаточно в научной литературе [1, 2, 3]. Традиционные технологии геодезических и маркшейдерских съемок в районах освоения угольных месторождений в настоящее время, в основном, ориентированы на геодезическо-картографическое обеспечение этих территорий, но такой информации недостаточно для обеспечения геотехнологии освоения недр Кузбасса. Современные цифровые технологии картографирования это, прежде всего повышение точности, соизмеримой с реальными размерами объектов. А также новые возможности получения информации, которая должна отражать современное правовое поле экологических, санитарных, землеустроительных, градостроительных и других требований.

Основными требованиями к ГИО геотехнологии освоения недр Кузбасса являются: точность; технологичность; соответствие целевому назначению; системный подход. В первую очередь, для проектирования горных предприятий ГИО геотехнологии освоения недр Кузбасса должна содержать данные о залегании полезных ископаемых, а во вторую очередь - необходима информация о рельефе местности, которая может быть получена с помощью наземных и дистанционных методов, включая БПЛА-технологии. Известно, что современный рельеф сформировался в новейшее время, и применяя морфоструктурный анализ возможно изучения характера геодинамических процессов, происходивших в районе будущей разработки месторождения не менее одного миллиона лет назад [2, 3]. В указанном методе взаимодействие блоков земной коры и оценка их деформаций в исследуемом районе выполняется камерально на основе цифровой картографической информации. Однако, при этом результаты оценки периода времени релаксации деформаций блоков земной коры (при их взаимодействии) в зависимости от используемого картографического материала в традиционной технологии не определены. Авторами предлагается новая методология, которая реализует указанные требования в рамках соответствия целевому назначению и точности. Авторами исследованы зависимости точности

используемого картографического материала от периода времени релаксации напряжений (деформаций) блоков земной коры. Сделан вывод об эффективности и основных преимуществах ГИО геотехнологии освоения недр Кузбасса.

### **Список литературы**

1. Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст]. - Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
2. Соловицкий А. Н. Интегральный метод контроля напряженного состояния блочного массива горных пород [Текст] / под ред. П. В. Егорова. – Кемерово : ГУ КузГТУ, 2003. – 260 с.
3. Соловицкий, А. Н. Геоинформационное обеспечение геодезического мониторинга геодинамики земной коры в районах освоения угольных месторождений: требования для проектирования [Текст] // Изв. Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2019. – № 3. – С. 333-339.

## **АНАЛИЗ РЫНКА ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА**

А.С. Сергеева, Е.О. Ушакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

*Приводится анализ рынка жилой недвижимости на примере города Новосибирска, рассматривается рост и развитие жилой недвижимости города Новосибирск.*

**Ключевые слова: жилая недвижимость**

Актуальность данной статьи заключается в том, что рынок жилой недвижимости в городе Новосибирске стремительно растет и развивается.

Основной целью данной работы является анализ рынка жилой недвижимости на примере города Новосибирска.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи: 1) изучены теоретические основы рынка жилой недвижимости; 2) проанализирован рынок жилой недвижимости города Новосибирска

Объектом исследования является рынок жилой недвижимости города Новосибирска

Жилая недвижимость – это весьма широкий сегмент современного потребительского рынка недвижимости, в который входят такие

объекты, как квартиры, дома, таунхаусы, коттеджи, особняки, имения, дачи, земельные участки для строительства жилья или для занятий огородничеством частными лицами.

Всю жилую недвижимость можно разделить на следующие виды:

- а) элитный класс (подклассы «Элита А» и «Элита В»)
- б) бизнес-класс (подклассы бизнес- и комфорт-)
- в) эконом-класс (подклассы «верхний Э-К» и нижний «Э-К»)

На примере города Новосибирска, был выполнен анализ рынка жилой недвижимости. Новосибирск – крупнейший по численности городов России, численность населения более чем 1,6 миллионов человек, площадь территории — 506,67 км<sup>2</sup> (50 667 гектаров).

По данным Росстата в 2018 году в Новосибирской области сдали 1 738,3 тыс. м<sup>2</sup> жилья, на 1 % больше, чем годом ранее. В сибирской столице стало почти на 18 тыс. квартир больше.

По Новосибирской области за прошлый год ввели 687,7 тыс. м<sup>2</sup>. Для сравнения – в 2017 году в Новосибирской области ввели 688,4 тыс. м<sup>2</sup>. При этом растет стоимость недвижимости.

В настоящее время центр Новосибирска, к которому относятся Центральный, Железнодорожный и Завельцовский районы, активно застраиваются. Ценовой спектр новостроек здесь разнообразен.

Обратим внимание, на квартиры эконом-класса, цены в новостройках города Новосибирска начинаются от 21 000 рублей за кв.м. Как правило, это жилые комплексы и микрорайоны с квартирами-студиями небольшой площади, при невысокой стоимости квадратного метра.

В микрорайонах эконом-класса можно приобрести квартиры хороших площадей по относительно низкой цене. В ЖК «Просторный» можно купить двухкомнатную квартиру 60 квадратных метров ~ за 1,5 млн. рублей.

Самые дешевые квартиры в новостройках Новосибирска расположены в отдаленных районах, но можно купить квартиру от застройщика и в приближенном к центру районе. Довольно много новостроек расположены в Калининском и Ленинском районах. Здесь можно купить двух- или трехкомнатную квартиру класса «эконом» с внутренней стандартной отделкой или без отделки по приемлемой цене. Также, много новостроек, имеющих дешевые квартиры, расположено в Дзержинском районе. Преимуществом этого района является хорошая экология и большое количество транспорта.

Квартиры эконом-класса интересуют студентов, приехавших на учебу с возможностью дальнейшего трудоустройства в Новосибирске, молодые семьи, желающих жить отдельно,

командировочных или рабочих семей. Новосибирск предлагает всем желающим купить квартиры эконом-класса по доступным ценам.

Приобрести можно жилье эконом-класса, а так же недорогие квартиры,, расположенные в Железнодорожном и Завельцовском районах, в которых развита инфраструктура, расположены учебные заведения и другие учреждения социальной важности, есть станции метро, хорошая транспортная развязка. Объекты социальной значимости, административные и коммерческие учреждения, расположены на расстоянии не менее 1 километра от дома или ЖК. Дешевые квартиры эконом-класса сдаются с отделкой «эконом», и не требуют больших вложений после покупки.

По общей статистике цен на жилую недвижимость города Новосибирска, можно сделать вывод, что больше всего востребованы квартиры вторичного пользования на начало 2019 года спрос увеличился на 2,58%, но если рассматривать новостройки, то спрос на них упал на 6,17%.

Стоит отметить частные дома спрос на которые в начале 2019 года увеличился на 54,13%, это обуславливается желанием людей жить в условиях хорошей экологии и подальше от городской суеты.

В заключение следует сказать, что рынок жилой недвижимости в городе Новосибирск не стоит на месте, он постоянно обновляется и стремительно развивается. Численность населения растет и с ним растет спрос, а, как правило, спрос порождает предложения.

## **АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ПРИМЕРЕ КУРОРТА-ОТЕЛЯ «СОСНОВКА» И САНАТОРИЯ «PARUS MEDICAL RESORT&SPA»**

Д.П. Соловцова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий

*Статья посвящена изучению инфраструктуры санаторно-курортных комплексов Новосибирской области для выявления их конкурентоспособности.*

**Ключевые слова:** инфраструктура санаторно-курортного комплекса, инфраструктура, санаторно-курортный комплекс, конкурентные преимущества

Актуальность исследования инфраструктуры санаторно-курортного комплекса обусловлена ростом развития туристско-рекреационной и туристско-образовательной деятельности на территории Сибирского

федерального округа.

Основной целью данной статьи является анализ инфраструктуры санаторно-курортного комплекса на примере курорта-отеля «Сосновка» и санатория «PARUS medical resort&spa». Для реализации данной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- 1) Изучены теоретические основы формирования инфраструктуры санаторно-курортного комплекса региона;
- 2) Проведена сравнительная оценка инфраструктуры двух санаторно-курортных комплексов «Сосновка» и «PARUS medical resort&spa»;
- 3) Исследована инфраструктура изучаемых санаторно-курортных комплексов и выявлена их конкурентоспособность.

Объектом исследования данной статьи является инфраструктура парка-отеля «Сосновка» и санатория «PARUS medical resort&spa».

Инфраструктура в общем смысле – это совокупность учреждений, систем управления, связи т.д., обеспечивающая деятельность общества или какой-либо его сферы [1]. Соответственно, инфраструктура санаторно-курортного комплекса – это совокупность систем, входящих в санаторно-курортный комплекс, обеспечивающих его деятельность.

Санаторно-курортный комплекс – это совокупность материальных объектов и видов деятельности, оказывающих курортные услуги населению и способствующих укреплению здоровья [3].

В состав курортной инфраструктуры, как правило, включаются:

- лечебно-профилактические заведения;
- культурно-бытовые заведения;
- развлекательные учреждения;
- спортивные площадки;
- специально обученный медицинский и обслуживающий персонал.

Санаторно-курортный комплекс, кроме основной инфраструктуры имеет и обеспечивающую, к которой относится ряд вспомогательных хозяйств:

- коммуникации;
- дороги;
- транспорт и другое [3].

Инфраструктура любого комплекса является его важной составляющей, именно она влияет на его конкурентные преимущества.

В Новосибирской области есть большой ресурсный потенциал и для его реализации необходимы комфортабельные условия для проживания и отдыха. Всего в регионе представлено 278 гостиниц, отелей и hostels, из них 14 санаториев, 18 пансионатов, 3 курорта-отеля, 20

парков-отелей. Лечебно-оздоровительной деятельностью занимается 22 организации. Все они имеют разный статус и сосредоточены в различных районах Новосибирской области [2]. Однако, для исследования были выбраны два удаленных друг от друга рекреационных предприятия для того, чтобы понять, как местоположение влияет на инфраструктуру санаторно-курортного комплекса.

Первым исследуемым объектом будет курорт-отель «Сосновка», расположенный в 7 км от Академгородка, на берегу Бердского залива в восхитительном сосновом бору. Данная здравница специализируется на кардиологических заболеваниях, восстановлениях после инфаркта и инсультов и многих других болезнях [4]. Для комфортного лечения и проживания пациентов, а также гостей курорта-отеля имеются следующие объекты:

1) Многопрофильный медицинский центр, собравший в своих стенах лучших специалистов Сибирского федерального округа. В данном центре используют медикаментозное и немедикаментозное, а также стационарное лечение. Прибегают к помощи сауны и мини-сауны, физиотерапии, ЛФК, массажа, психотерапии, рефлексотерапии, мануальной терапии, грязелечения и гирудотерапии. Для того чтобы все это осуществлять имеется соляная пещера, кедровая бочка, пантовые ванны, водолечебница, различные виды лечебных душей.

2) Широкий номерной фонд. На территории курорта-отеля расположено четыре жилых корпуса. Первый корпус представляет собой трёхэтажное здание, 48 номеров, столовая, бильярдная (американский пул), магазин, аптека, детский игровой комплекс, косметический и массажный кабинеты.

Третий корпус – девятиэтажное здание с 99 номерами, детским досуговым центром, детским игровым комплексом-лабиринтом и библиотекой.

Четвертый корпус – четырёхэтажное здание с 13 номерами.

3) Конгресс центр общей площадью 2000 кв. м., 7 конференц-залов с вместимостью от 20 до 8 мест, киноконцертный зал с вместимостью до 350 мест.

4) Различные объекты питания, к которым относятся знаменитый кафе-бар-ресторан «Аустерия Панорама», ресторан средиземноморской кухни при парке-отеле «Болгарский дом», лобби-бар с живой джазовой музыкой и гриль-бар «Весело-село».

5) В.В.Q. парк «Весело-село» представляет собой благоустроенную территорию, на которой расположились гриль-бар «Весело село» и стилизованные беседки, в которых можно самостоятельно приготовить

блюда на углях.

6) Парк-отель «Болгарский дом», входящий в состав курорт-отеля «Сосновка», заслуживает отдельного внимания. Здесь представлена отдельная отгороженная территория, с собственным рестораном средиземноморской кухни. В самом доме находится 4 номера, каждый из которых выполнен из материалов премиум-класса в стиле времён года. Данный парк-отель обеспечивает премиум отдых для своих посетителей.

7) SPA-зона с финской сауной, русской баней, аквадермальной зоной и массажным кабинетом.

Помимо «искусственной» инфраструктуры курорт-отель «Сосновка» имеет и обширную природную инфраструктуру, немного облагороженную человеком – собственный частный пляж и сосновый бор, окружающий всю территорию санаторно-курортного предприятия [4].

Второй объект исследования – санаторий «PARUS medical resort&spa» расположенный в 15 км от Новосибирска на берегу Оби в посёлке Кудряши. Новые корпуса, уникальный для области бассейн «Мёртвое море» и широкая специализация, от заболеваний ЖКТ до сердечно-сосудистых заболеваний, а также оздоровление и лечение детей привлекает отдыхающих со всего СФО.

Санаторию принадлежит 14 га лесопарковой территории для прогулок и активного отдыха всех посетителей, вся эта территория имеет очень развитую инфраструктуру, которая подходит не только для лечения и оздоровления, но и для активного отдыха и развлечений [5]. Исходя из этих особенностей санаторий оказывает услуги по следующим направлениям:

1) Лечение. К данному разделу относятся все виды лечения начиная с лечения стресса и хронической усталости и заканчивая лечением астмы. Все это происходит на базе трёхэтажного медицинского корпуса общей площадью 2000 кв. м., и с применением самого современного оборудования, которое было закуплено и установлено в 2017 году.

2) Курорт Мертвого моря. Является эксклюзивным предложением во всем Сибирском федеральном округе. Само название говорит за себя – огромный бассейн с концентрацией морской соли в воде 300 мг/л. Для того чтобы полностью погрузиться в атмосферу теплых стран есть фотарий – лампы, имитирующие солнечные лучи в ясный день.

3) SPA и аквацентр. Данное направление характеризуется турами выходного дня и организацией релаксирующих программ в праздничные дни. Также, после событийных мероприятий в банкетном зале или ресторане санатория «PARUS medical resort&spa» (свадьба,

корпоратив или день рождения), есть отличная возможность расслабиться в спа-зоне не покидая место торжества.

4) Ресторан. При санатории есть ресторан «Парус», два банкетных зала – «Мансарда» и «Классика», а также небольшой лобби бар. В меню преобладают блюда европейской кухни.

5) Корпоративные и свадебные мероприятия. Помимо вышеупомянутых банкетных залов на территории санатория есть и большой конференц-зал, в котором можно провести деловое или праздничное мероприятие. Большую популярность набирают корпоративные мероприятия на свежем воздухе, направленные на построение команды и активизацию командного духа.

6) Летний бассейн. Контрастный бассейн общей площадью 1100 кв.м. расположен под открытым небом, имеет подогрев и три зоны спа. В качестве вспомогательной инфраструктуры выступают – кабинки для переодевания и хранения вещей, летнее кафе.

7) Терем Мороза Ивановича. Детей в исследуемом санатории никогда не оставляют без внимания и ощущения сказки. В зимнее время они могут заглянуть в гости к Морозу Ивановичу и лично с ним познакомиться, а в остальное время за домом и маленькими гостями приглядывает его помощница – Снегуля, пока сам дедушка гостит у своего родного брата в Великом Устюге.

Санаторий «PARUS medical resort&spa» имеет развитую, обновленную инфраструктуру и уникальные для сибирского региона объекты рекреации. Помимо оздоровительных и лечебных процедур руководство санатория делает упор на отдых и развлечения [5].

После исследования инфраструктуры выбранных санаторно-курортных комплексов, можно сделать следующие выводы:

1) Оба исследуемых санаторно-курортных предприятия имеют развитую инфраструктуру;

2) Оба исследуемых санаторно-курортных предприятия имеют современный ремонт и интерьер;

3) В обоих объектах существует многопрофильное разделение в плане лечения и отдыха;

4) Оба предприятия являются конкурентоспособными на рынке Сибирского федерального округа и имеют определенную клиентскую базу. Если в курорте-отеле «Сосновка» возможно прохождение лечения по полису ОМС, то в санатории «PARUS medical resort&spa» все делается за определенную стоимость;

5) Курорт-отель «Сосновка» имеет более четкую направленность на лечение и восстановление пациентов, в то время, как санаторий «PARUS medical resort&spa» имеет две ветви развития – медицинскую

и туристскую.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что инфраструктура санаторно-курортных комплексов Новосибирской области хорошо развита, за счет чего на рекреационные услуги есть значительный спрос. Также, это обуславливается следующими факторами:

- повышающийся спрос на услуги лечебно-оздоровительного туризма на территории Российской Федерации;
- высокий потенциал бальнеологических ресурсов Новосибирской области;
- сформированная инфраструктура санаторно-курортного комплекса Новосибирской области;
- широкий комплекс лечебно-оздоровительных и дополнительных услуг, большинство из которых оказываются на европейском уровне качества;
- природный и историко-культурный потенциал региона (наличие памятников истории и природы);
- хорошо развитые транспортные коммуникации.

Инфраструктура исследуемых санаторно-курортных комплексов находится на высшем уровне. Здесь каждый найдет что-нибудь для себя, от лечения до развлечений. Подобный подход совмещения лечебных и развлекательных направлений позволяет с пользой для здоровья и души проводить свой отпуск или свои каникулы. Также это позволяет старшему поколению отправляться на отдых и лечение с младшим поколением и при этом оставаться довольными своим времяпрепровождением.

### **Список литературы:**

1. Инфраструктура [Электронный ресурс]. URL: [http://economic-definition.com/Plants\\_and\\_soobruzheniya/Infrastruktura\\_Infrastructure\\_et\\_o.html](http://economic-definition.com/Plants_and_soobruzheniya/Infrastruktura_Infrastructure_et_o.html) (Дата обращения 10.04.2019)
2. Новосибирская область [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Новосибирская\\_область](https://ru.wikipedia.org/wiki/Новосибирская_область) (дата обращения 07.04.2019).
3. Организация санаторно-курортной деятельности [Электронный ресурс]. URL: [https://www.russiatourism.ru/data/File/news\\_file/2014/Vetitnev\\_Organizatsia.pdf](https://www.russiatourism.ru/data/File/news_file/2014/Vetitnev_Organizatsia.pdf) (дата обращения 17.04.2019).
4. Парк-отель Сосновка [Электронный ресурс]. URL: <https://sosnovka.biz/> (дата обращения 13.04.2019)
5. Санаторий PARUS medical resort&spa [Электронный ресурс]. URL: <https://www.parusresort.ru/> (дата обращения 13.04.2019)

## СОЗДАНИЕ ТУРИСТСКИХ БУКЛЕТОВ ПО РЕСПУБЛИКАМ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Е.Ф. Шурыгина, М.О. Рутковская, И.П. Кокорина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
irusha2008@gmail.com

*В докладе рассмотрены вопросы разработки картографических буклетов на территорию республик Сибири и Дальнего Востока с целью развития туризма в этих регионах*

**Ключевые слова: туристский буклет, условные знаки, Сибирь, Дальний Восток, республика**

В связи с растущим интересом к туризму повышается спрос на туристские карты и схемы, происходит расширение научных исследований в области создания картографических произведений, в числе которых можно выделить туристские буклеты.

Туристский буклет – это вид печатной продукции, в котором описывается та или иная территория. Для спроса на готовый туристский продукт необходимо проводить рекламу данного продукта, в том числе и на картографические буклеты. На сегодняшний день буклеты играют немаловажную роль, так как с их помощью можно без труда донести важную информацию, которая запомнится на долгое время, благодаря ее четкости и структурированности. Современные буклеты выглядят ярко и интересно, чтобы привлечь внимание потребителей. Это помогает развитию туристского бизнеса, что вносит большой вклад в экономику регионов России. В России туризм дает возможность ознакомиться с культурными ценностями и историей народов различных регионов, областей, краев и округов. В нашей стране насчитывается 22 республики. О двух из них пойдет речь.

Цель работы – разработать туристские буклеты с основными достопримечательностями Республик Хакасии и Бурятии, сделать их креативными и информативными.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

- собрать необходимые данные об основных туристских объектах и достопримечательностях республик, найти их фотографии;
- выбрать карту-основу для буклетов;
- разработать условные знаки достопримечательностей;
- составить туристский буклет.

В качестве картографической основы взята Яндекс карта Республики Хакасия масштаба 1: 10 000 и Республики Бурятия 1:

30 000. Для создания буклетов выделены значимые для данных республик достопримечательности.

В буклете про Хакасию отображены такие места, как: Саяно-Шушенская ГЭС – самая мощная гидроэлектростанция в России; Тропа предков (шаманов) – замечательное место как для отдыха с семьей, так и для активной молодежи; горная гряда «Сундуки» – одно из самых загадочных и энергетически мощных мест Хакасии; лечебное озеро «Гус»; пещера «Ящик Пандоры», манящая своей таинственностью; Салбыкский курган – место захоронения знати того времени, многое значащее для местных шаманов; Боярская писаница, привлекающая большое количество туристов наскальными рисунками.

В буклете Республики Бурятия выделены такие достопримечательности, как: Баргузинский заповедник – эталон чистоты и первозданности Байкальской природы; поселок Аршан, который славится своими минеральными источниками; полуостров Святой Нос, в пределах которого находится одно из самых крупных озер на Байкале; Иволгинский Дацан – центр буддизма в России; Ушканьи острова – место, где можно встретить нерп; центр старообрядцев – наследие древней яркой культуры; этнографический музей народов Забайкалья – загадочная атмосфера старины и живописная природа; Энхалук – одно из самых популярных мест отдыха на восточных берегах Байкала.

При разработке условных знаков учтены ассоциативные понятия о различных объектах местности. Так, в буклетах зеркало воды озер изображено голубым цветом, в соответствии с обозначением условных знаков на топографических картах, а заповедники обозначены способом ареалов со значками в виде дерева, для улучшения восприятия условных обозначений на буклетах. Также на картографическую основу буклетов нанесены обозначения основных туристских мест республик.

В заключение хотелось бы отметить, что буклеты по республикам получились удобными для понимания пользователями. На них присутствуют несложные условные знаки для простого ассоциативного восприятия пользователей.

### **Список литературы**

1. Социально-экономические карты: учебное пособие/Е.А. Прохорова — М. : КДУ, 2010. – 424 с. : ил., табл. : [34] с. : с цв. ил.
2. Берлянт, А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. –336 с.
3. Яндекс карта [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://yandex.ru/maps/>

## СЕКЦИЯ РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

### ГЕНЕРАЦИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ С СЕЛЕКЦИЕЙ ФАЗЫ МЕЖДУ ОГИБАЮЩЕЙ И НЕСУЩЕЙ

Ю.П. Бычев, А.В. Киселев  
Новосибирский государственный технический университет  
a.kiselev@corp.nstu.ru

*В данной работе предложена схема получения последовательности фемтосекундных импульсов с селективируемой разностью фаз между огибающей и несущей. Также реализована схема формирователя управляющих импульсов электро-оптического модулятора.*

**Ключевые слова:** фемтосекундный лазер, разность фаз между огибающей и несущей, формирователь импульсов

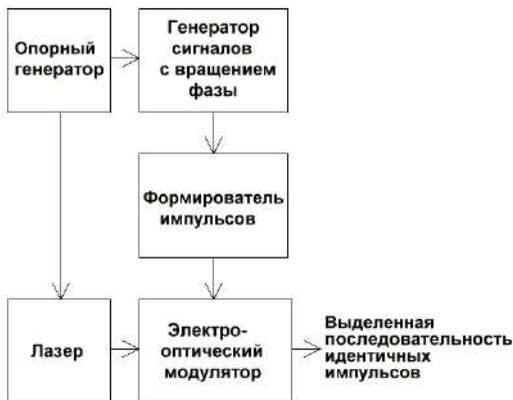
При коротких импульсах фемтосекундного лазера, когда длительность импульса одного порядка с длиной волны, сдвиг фазы между огибающей и несущей, вследствие хроматической дисперсии света из-за различия фазовой и групповой скорости, существенно влияет на эффективность преобразования частоты в нелинейных оптических процессах, что также важно для получения аттосекундных импульсов.

Когда речь заходит о процессах, длительность протекания которых составляет фемтосекунды, то мы имеем дело с фемтосекундной физикой, основной задачей которой является изучение вещества на атомном уровне.

Цель данной работы – получение последовательности идентичных фемтосекундных импульсов с управляемой разностью фаз между огибающей и несущей.

Для реализации экспериментальной установки также был поставлен вопрос о формировании управляющих импульсов электрооптического модулятора. Поскольку частота повторения импульсов фемтосекундного лазера составляет 250 МГц, то для селекции определенной последовательности требуется довольно малая длительность управляющего импульсного сигнала (4-5 нс) с некоторой возможностью регулировки для оптимизации характеристики пропускания модулятора, а также довольно большой амплитуды (4-5 В) на нагрузке 50 Ом. Имеющиеся на рынке генераторы сигналов

произвольной формы не способны выдать сигнал с такими параметрами, либо их цена довольно высока. Поэтому было принято решение спроектировать формирователь импульсов.



**Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема рабочей установки**

Вращая фазу при помощи генератора, мы можем выделить какую-либо последовательность с дискретностью фазы, равной:

$$\Delta\varphi = \varphi_{(i+1)} - \varphi_i = 2\pi \frac{f_0}{f_r}, \quad (1)$$

где  $\Delta\varphi$  - разность фаз между соседними импульсами,  $f_0$  - сдвиг частотной гребенки,  $f_r$  - частота повторения импульсов лазера. Таким образом, условие получения идентичных импульсов выполняется, если  $\frac{f_r}{f_0} = k$ , где  $k$  – целое число.

В данной работе удалось добиться выделения последовательности фемтосекундного лазера с дискретностью  $72^\circ$  при частоте повторения  $f_r = 250$  МГц и сдвиге гребенки  $f_0 = 50$  МГц. В будущем планируется уменьшение дискретности изменения фазы между огибающей и несущей, а также модернизация формирователя импульсов.

### **Список литературы**

1. Козлов С.А., Самарцев В.В. Основы фемтосекундной оптики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 292 с.
2. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 208 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА В ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ЭЛЕКТРОНИКЕ**

К.С. Коростелев, В.Л. Шмелев, Н.Н. Достовалов  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
dostovalov@ssga.ru

*В данной работе проводится оценка возможности использования виртуальных осциллографов в образовательном процессе. Определены преимущества внедрения виртуальных осциллографов в образовательный процесс. Построен прибор на основе внешней звуковой карты, произведена калибровка.*

**Ключевые слова:** осциллограф, виртуальный прибор, сигнал, калибровка, частота, звуковая карта, линейный вход

Осциллографы широко применяются в прикладных, лабораторных и научно-исследовательских целях для измерения амплитудных и временных параметров, передающихся электрическим сигналом. Но стоят такие устройства довольно дорого и есть риск их выхода из строя при неправильном подключении. Кроме того, применение профессиональных осциллографов в лабораторных работах зачастую избыточно, поскольку исследуемый сигнал имеет простую форму и невысокую частоту. Часть функций осциллографа можно перенести в персональный компьютер, превратив его в виртуальный прибор.

Целью данной работы является оценка возможности применения виртуальных осциллографов в образовательном процессе.

Задачи, решаемые в работе:

- выбор программы виртуального осциллографа;
- изучение принципов построения и схем виртуальных осциллографов;
- повторение схемы;
- применение на практике в рамках лабораторных работ.

Применение виртуальных осциллографов предоставляет ряд преимуществ:

- резко упрощается конструкция прибора, поскольку становятся ненужными электронно-лучевая трубка или жидкокристаллический дисплей, различные органы управления, источник питания и другие;
- уменьшается стоимость прибора;
- реализуется интеграция с ПК, что обеспечивает легкость цифровой обработки данных;

Функцию оцифровки исследуемого сигнала может выполнять и звуковая карта, уже имеющаяся в компьютере.

Линейный вход звуковой карты имеет ограниченный диапазон входных напряжений, поэтому необходимо входное устройство, ограничивающее амплитуду сигнала на входе [1].

В практической части работы была использована внешняя звуковая карта и программа Soundcard Oscilloscope [2], которая оказалась очень удобной в применении и своим интерфейсом схожа с реальными осциллографами. В ней есть возможность сохранения полученных данных в различных форматах, а также присутствует функция автоматической настройки, что значительно облегчает и укоряет работу.

Было изготовлено входное устройство, состоящее из делителя напряжения, переменного резистора для регулировки чувствительности схемы и диодной сборки для защиты звуковой карты от опасного напряжения, которое можно случайно подать на линейный вход.

В рамках данной работы была выполнена градуировка по амплитуде изготовленного виртуального осциллографа и визуальное сравнение полученных им сигналов с сигналами, полученными осциллографом Tektronix TDS-2022B. В качестве генератора сигналов использовался прибор GW Instek GFG-3015.

Визуальное сравнение показало, что изготовленный виртуальный прибор может правильно отобразить форму сигнала при его частоте до 3 кГц.

С использованием данного виртуального осциллографа были выполнены лабораторные работы по электротехнике и электронике: «Исследование неразветвленных цепей переменного тока», «Исследование однополупериодного и двухполупериодного мостовых выпрямителей», «Усилитель низкой частоты» [3]. В дальнейшем он может использоваться в лабораторном практикуме по таким дисциплинам, как физика, электротехника, основы электроники и метрология.

### **Список литературы**

1. Простейший осциллограф из компьютера [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sdelaysam-svoimirukami.ru/>. – Загл. с экрана.
2. Soundcard Oscilloscope [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://zeitnitz.eu/>. – Загл. с экрана.
3. Электротехника и электроника [Текст] : сборник описаний лабораторных работ / В. Н. Матуско. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 75 с.

## СТРУКТУРА ИНТЕРПОЛИРОВАННОГО РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА

Ф.А. Видеман, И.С. Савиных  
Новосибирский государственный технический университет,  
isavinykh@mail.ru

*Предложена структура интерполированного режекторного фильтра. Произведено ее краткое описание. Для предложенной структуры приведено соотношение для оптимального коэффициента интерполяции.*

**Ключевые слова:** режекторный фильтр, КИХ-фильтры, интерполированные фильтры

Режекторные фильтры широко применяются в различных радиоэлектронных устройствах и системах связи для подавления помех в полосе частот [1, 2]. Они могут быть как аналоговыми, так и цифровыми. Цифровые фильтры имеют ряд преимуществ перед аналоговыми [1, 2]. При этом отдают предпочтение фильтрам с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтрам) вследствие того, что они безусловно устойчивы, менее подвержены эффектам конечной разрядности и могут иметь линейную фазо-частотную характеристику [1, 2]. Основным недостатком КИХ-фильтров являются существенные вычислительные затраты для расчета отсчетов выходного сигнала [1, 2].

Применение интерполированных фильтров позволяет, в ряде случаев, сократить требуемые вычислительные затраты. Известны структурные схемы и рекомендации по расчету узкополосных интерполированных фильтров нижних частот [3, 4]. Однако, подобные структуры и соответственно способы расчета не применимы для режекторных фильтров, поскольку требуется структура широкополосного интерполированного фильтра.

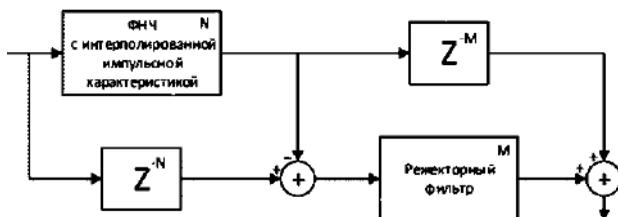
В [5] была предложена структурная схемы широкополосного интерполированного фильтра нижних частот.

Цель работы – предложить структуру интерполированного режекторного фильтра и найти для него оптимальный коэффициент интерполяции.

На основании [5] предложена структурная схема интерполированного фильтра, приведенная на рисунке 1.

Основой этой структуры является фильтр нижних частот с интерполированной импульсной характеристикой, создающий

периодичную амплитудно-частотную характеристику в диапазоне частот от нуля до половины частоты дискретизации. Также имеются два всепропускающих фильтра (обозначенные  $Z^{-N}$  и  $Z^{-M}$ ). Кроме того, присутствует режекторный фильтр, требования к полосе перехода которого менее жесткие, нежели чем к полосе перехода реализуемого фильтра в целом.



**Рисунок 1 – Структурная схема интерполированного режекторного фильтра**

Для предложенной структуры получено соотношение для оптимального коэффициента интерполяции:

$$L_{opt} = \frac{1}{\Delta f_{trans} + \Delta f_{rej} + \sqrt{\Delta f_{trans}}}, \quad (1)$$

где  $\Delta f_{trans}$  – полоса перехода, а  $\Delta f_{rej}$  – полоса заграждения.

Из (1) видно, что чем меньше полосы перехода и заграждения, тем больше коэффициент интерполяции и тем меньше требуется вычислительных затрат при реализации предложенной структуры.

### Список литературы

1. Ifeachor E.C. Digital signal processing: a practical approach / E.C. Ifeachor, B.W. Jervis. - New York: Prentice Hall, 2002. - 933 p.
2. Lyons R.G. Understanding digital signal processing. - NJ: Prentice Hall, 2011. - 954 p.
3. Saramaki T. Design of computationally efficient interpolated FIR filters / T. Saramaki, Y. Neuvo, S. K. Mitra // IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. 35, no. 1, pp. 70-88, Jan 1988.
4. Савиных И. С., Чемасов Д. А. Вычислительная эффективность интерполированного фильтра нижних частот // Радиопромышленность. 2018. № 2. С. 58–62.
5. Lim Y. C. Frequency-response masking approach for the synthesis of sharp linear phase digital filters, IEEE Trans. Circuits Syst., vol. CAS-33, pp. 357-364, Apr. 1986.

## МОДУЛЬ СБОРА ДАННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАЛОРИМЕТРА СУПЕР С-TAU ФАБРИКИ

А.А. Глушак<sup>1,2</sup>, В.В. Жуланов<sup>2</sup>, В.М. Аульченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный технический университет

<sup>2</sup>Институт ядерной физики СО РАН

v.v.zhulanov@inp.nsk.su

*В докладе рассматривается разработка 4-канального прототипа модуля сбора данных электромагнитного калориметра Супер С-tau фабрики.*

**Ключевые слова:** спектрометрический канал, 4-канальный прототип, формирующий усилитель, передача данных по волоконно-оптической линии связи

В Институте ядерной физики СО РАН разрабатывается проект нового ускорительно-накопительного комплекса большой светимости в области энергий рождения С-кварков и Тау-лептонов (Супер С-tau фабрика) [1]. Одной из систем ускорителя является универсальный детектор, в котором для измерения энергии частиц используется электромагнитный калориметр.

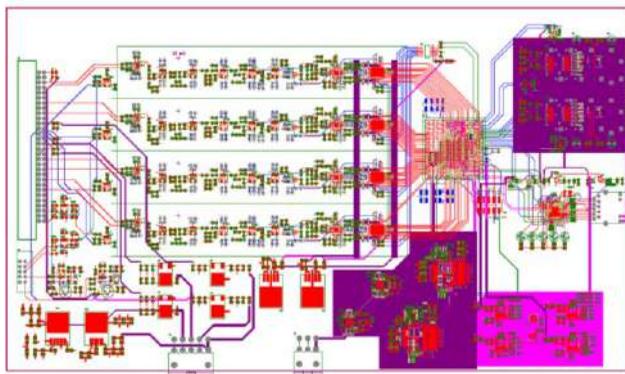
Для считывания и обработки сигналов с калориметра предполагается создание 16-канальной платы, в задачи которой входит прием сигналов, формирование импульсов симметричной формы и длительности, равной времени высвечивания сцинтиллятора, оцифровка, определение их основных характеристик, соби́рание пакетов данных и отправка их по волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) в общую систему сбора данных. Для разработки такой платы создается её 4-канальный прототип. На нем нужно полностью отладить работу платы и протестировать передачу данных по ВОЛС.

**Целью** данной работы является разработка 4-канального прототипа платы модуля сбора данных электромагнитного калориметра Супер С-tau фабрики. Для достижения поставленной цели были обозначены следующие **задачи**:

- 1) Выбрать схему формирующего усилителя и оптимизировать его параметры с помощью моделирования сигналов электронного тракта спектрометрического канала регистрации;
- 2) Разработать принципиальную схему и топологию печатной платы прототипа.

В ходе работы были разработаны принципиальные схемы и дизайн печатной платы 4-канального прототипа модуля сбора данных,

промоделированы сигналы формирующего усилителя электроники канала регистрации. Дизайн печатной платы прототипа модуля сбора данных приведен на Рисунке 1.



**Рисунок 1- Дизайн печатной платы**

Далее планируется изготовление и отладка прототипа. Также будет разработан интерфейс передачи данных по витой паре и ВОЛС. И окончательным итогом станет 16-канальный модуль сбора данных.

#### **Список литературы:**

1. Супер Чарм – Тау фабрика. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ЧАСТЬ 1 (физическая программа, детектор). - М.: ИЯФ СО РАН, 2018. - 136 с.

## **РЕГИСТРАТОР ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ**

И.И. Смирнягин, А.А. Бизяев

Новосибирский государственный техниче-ский университет

bizyaev@ngs.ru

*Обсуждаются вопросы построения аппаратуры для прогнозирования динамических проявлений горного давления методом электромагнитного излучения. Приведены результаты натурных испытаний, показаны осциллограммы, зарегистрированные на разных участках горной выработки. Показано, что на исследуемых участках горной выработки шахты им. С.М. Кирова опасным являются динамические проявления в виде стреляния, а в глубине выработки не*

*происходит рост трещин, которые могут проявиться в виде горного удара.*

**Ключевые слова:** Угольные месторождения, удароопасность, естественное напряженное состояние, массив, электромагнитное излучение, аппаратура прогнозирования

Один из перспективных и малоизученных бесконтактных методов про-гнозирования динамических проявлений горного давления является метод электромагнитного излучения. Суть метода заключается в том, что при разрушении горной породы наблюдается электромагнитное излучение, по характеристикам которого можно говорить о характере нарушения сплошности в массиве горной выработки. Для данного метода были разработаны регистраторы электромагнитного излучения, но эта аппаратура не позволяет проводить частотный анализ, поскольку оперирует только интегральной составляющей сигнала [1], но один из ключевых параметров при прогнозировании динамических проявлений горного давления является спектр сигнала. Так было показано [2], что при приближении спектра сигнала для породы мрамора к 500 кГц, происходит лавинообразное обрушение. Институтом горного дела СО РАН совместно с Новосибирским государственным техническим университетом был разработан регистрационно-диагностический комплекс РЭМИ-4С. Комплекс состоит из портативного регистратора и программного обеспечения. Регистратор оснащен энергонезависимой памятью для записи и хранения регистрируемых сигналов, а так же графическим индикатором, позволяющим наблюдать результаты измерений в реальном времени. Сохраненную регистратором информацию подробно анализировать и визуализировать с помощью программного обеспечения. Данный прибор был апробирован шахте им. С. М. Кирова, АО «СУЭК-КУЗБАСС», расположенная в г. Ленинск-Кузнецке, Кемеровской области. Из осциллограмм, записанных прибором РЭМИ-4С видно, что в тех местах, где наблюдается повышенное трещинообразование и обрушение, период одиночных импульсов увеличивается с 5 мс до 100 и более. В местах, где наблюдается обильное шелушение, амплитуда сигнала увеличивается с 5 мВ до 20мВ, непосредственно вблизи источника. В процессе профилирования горной выработки приборами РЭМИ-4С пикеты выбирались на интервале 50 метров. Был найден участок, на котором наблюдалось превышение фоновой составляющей более чем в 10 раз. В ходе проведения измерений произошло динамическое проявление

горного давления в виде стреляния, после чего значения приборов приблизились к фоновым.

### **Выводы**

1. Разработано новое оборудование регистрации электромагнитного излучения с энергонезависимой памятью и графическим экраном, способное отображать характер сигнала электромагнитного излучения на исследуемом участке горной выработке в реальном времени.

2. Проведены натурные исследования участка горной выработки, при помощи оборудования РЭМИ-4С. Показано, что на исследуемых участках массива горных пород порода не способна накапливать опасные механические напряжения способные проявиться в виде горного удара, но способна накапливать механические напряжения проявляющиеся в виде шелушения и стреляния.

3. В местах с вероятным проявлением горного давления наблюдается превышение фоновой составляющей более чем в 10 раз.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурса "Умник", договор №0045347

### **Список литературы**

1. Яковицкая Г.Е. Прогноз динамических проявлений массива горных пород на основании регистрации сигналов электромагнитного излучения // Физические проблемы разрушения горных пород. Сб. трудов третьей международной научной конференции 9–14 сентября 2002 г. – Новосибирск. – Наука. – 2003. – С.98–103.
2. Куксенко В.С. Физические и методические основы прогнозирования горных ударов. Куксенко В.С., Инжеваткин И.Е., Манжиков Б.Ц. // ФТПРПИ. – 1987. – №1. – С.9–22.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ**

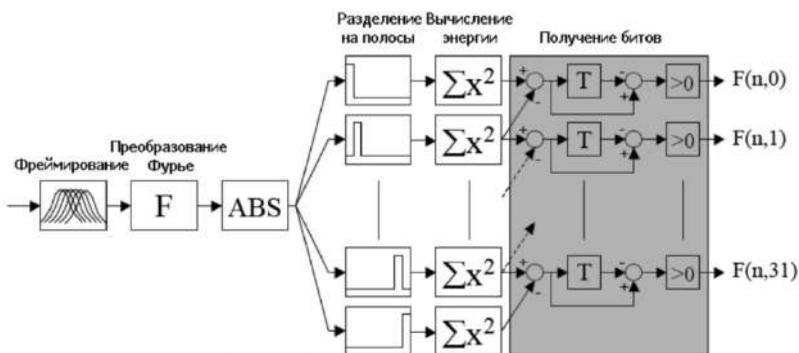
Е.П. Сухарева, М.А. Степанов  
Новосибирский государственный технический университет  
m.stepanov@corp.nstu.ru

*На сегодняшний день любая информация, в том числе и звуковые аудиофайлы, подвержена незаконному копированию, редактированию и распространению от другого лица. Чтобы защитить исходный файл и подтвердить своё авторство, существуют специальные методы. В данной статье приведён метод защиты аудиосигнала путём создания*

цифрового (звукового) отпечатка по его частотным характеристикам. Данный метод реализован в программе matlab, в результате которого звуковой отпечаток аудиофайла представлен в графическом виде. В дальнейшем, по полученному звуковому отпечатку можно будет определить первоначальный аудиофайл, таким образом подтвердить своё авторство и защитить файл от несанкционированного редактирования и распространения.

**Ключевые слова:** Звуковой отпечаток, аудиофайл, фрейм, суб-полоса, диапазон.

Цифровой (звуковой) отпечаток - краткое описание аудиофайла, в котором отражены его особенности и уникальные характеристики. В данной статье рассмотрен метод создания звукового отпечатка по его частотным, устойчивым к искажениям, характеристикам.



**Рисунок 1 – Алгоритм получения звукового отпечатка**

Суть метода заключается в получении битов из вычисленной энергии каждой суб-полосы аудиофайла, и их дальнейшем кодировании двузначным кодом. Комбинация из нулей и единиц, представленная в графическом виде, - и есть полученный звуковой отпечаток аудиофайла. На рис.1 представлена блок-схема создания 32-х разрядного звукового отпечатка, где можно подробно рассмотреть каждый этап.

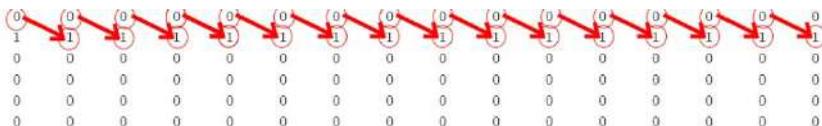
Вначале, необходимо произвести фреймирование, т.е. разделить исходный аудиофайл на перекрывающиеся диапазоны, длительностью 0,37 секунд. Коэффициент перекрытия фреймов составляет 0.5. Далее, для каждого фрейма (диапазона) необходимо вычислить дискретное преобразование Фурье и произвести умножение на оконную функцию Ханна. После разделения на суб-полосы, необходимо вычислить

энергию каждой суб-полосы аудиосигнала и перейти к вычислению битов, согласно выражению:

$$F(n, m) = \begin{cases} 1, & \text{если } E(n, m) - E(n, m+1) - (E(n-1, m) - E(n-1, m+1)) > 0 \\ 0, & \text{если } E(n, m) - E(n, m+1) - (E(n-1, m) - E(n-1, m+1)) \leq 0 \end{cases}$$

где  $E(n, m)$  - энергия диапазона частот  $m$  для  $n$ -го кадра.

Рис.2 иллюстрирует алгоритм применения формулы.



**Рисунок 2 – Вычисление битов каждой суб-полосы аудиофайла**

В данной работе был изучен метод получения звукового отпечатка по его частотным характеристикам, а также реализован программный код, вычисляющий звуковой отпечаток аудиосигнала. Была произведена апробация метода и был вычислен звуковой отпечаток тестового синусоидального сигнала со следующими параметрами: амплитуда - 1В, начальная частота - 100 Гц, начальная фаза -  $\pi/2$ , частота дискретизации - 44,1 кГц, количество отсчётов - 16384.

В дальнейшем планируется создание звукового отпечатка для случайного шума, а после - для реального звукового сигнала, а также реализация способа защиты аудиофайла при помощи звукового отпечатка.

### Список литературы

1. Ревинская О.Г, Основы программирования в Matlab: учебное пособие - СПб.: БХВ-Петербург, 2016. - 208 с.: ил.
2. Борисова С.Н. Фундаментальные исследования: научный журнал. Методы защиты аудиофайлов от несанкционированного копирования и распространения, выпуск журнала № 5 (часть 3), 2015 год.

## ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ LORA/LORAWAN С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ B-L072Z-LRWAN1

А.М. Осадчий, А.А. Калачиков  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
lesha.osadchiy@inbox.ru

*В наше время стало актуально управлять физическими вещами на расстояние. Главными параметрами которой являются дальность передачи, защищённость от помех и энергопотреблением. Существуют много различных технологий для управления вещами на расстояние. И в данной статье была рассмотрена технология LoRa/LoRaWA.*

Целью данной работы является: знакомство с технологией LoRa (Трансивер SX1276) и ее модуляцией (chirp), установить и рассмотреть передачу данных между двумя модулями B-L072Z-LRWAN.

Для установления связи и передачи, была выбрана плата модулями B-L072Z-LRWAN от компании STMicroelectronics является комплектом Discovery STM32L0 LoRa беспроводной связи малой мощности. Модуль разработан для для изучения и разработки решений на основе технологий LoRa. Приемопередатчик оснащен модемом LoRa дальнего действия, который обеспечивает связь с расширенным спектром сверхдальнего диапазона и высокой помехоустойчивостью, что минимизирует потребление тока. Питание модуля осуществляет STM32L072CZ и приемопередатчик SX1276. Приемопередатчик оснащен модемом LoRa дальнего действия, который обеспечивает связь с расширенным спектром сверхдальнего диапазона и высокой помехоустойчивостью, что минимизирует потребление тока.

Semtech SX1276 - приемопередатчик, использующий энергоэффективный сетевой протокол LoRaWAN. SX1276 работает в не лицензируемых диапазонах частот: 433МГц и 868МГц. Применение данной технологии очень разнообразно: автоматизированное считывание показаний счетчиков, автоматизация зданий, беспроводные тревожные и охранные сигнализации, промышленная автоматизация, ирригационные системы дальнего радиуса действия.

Сама модуляция LoRa основана на принципе ЛЧМ при котором частота сигнала линейно меняется со временем, от исходного значения к последнему. Для повышения скорости передачи она модернизирована в виде многопозиционной ЛЧМ. Такой вид модуляции устойчив к

узкополосным помехам и гарантирует работу на дальние расстояния и позволяет реализовать недорогие абонентские устройства.

Основные параметры модуляции LoRa – Spreading factor, который определяет количество бит на передаваемый символ, и определяет скорость изменения частоты на длительности символа  $T_s$ , Ширина канала 125 - 500 кГц, Частотный диапазон 864 – 865/ 868,7 - 869,2 МГц, Мощность 0,25 Вт

В лабораторных условиях была реализована передача сообщения между двумя модулями. В которой по радио каналу Rx / Tx между двумя конечными устройствами LoRa передавалось сообщение Ping-Pong. При передаче каждое конечное устройство запускается как ведущее и передает сообщение «Ping» и ожидает ответ. Первое оконечное устройство LoRa, получающее сообщение «Ping», становится подчиненным и отвечает мастеру сообщением «Pong». Затем запускается Ping-Pong. Также в терминальной программе были получены и выведены на экран данные о величине уровня сигнала, отношение сигнал/шум и тестовое сообщение POING-PONG

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТРАЖЕННОГО СИГНАЛА ОТ ВИНТОВ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА МАЛОГО РАЗМЕРА И ПОЛУЧЕНИЕ МИКРО-ДОПЛЕРОВСКИХ СИГНАТУР**

С.В. Житник, Р.Ю. Белоруцкий  
Новосибирский государственный технический университет  
serega0207@mail.ru

*В данной работе описываются результаты моделирования отраженного сигнала от БПЛА малых размеров с разным количеством винтов и полученные на его основе микро-доплеровские сигнатуры.*

**Ключевые слова:** микро-доплеровские сигнатуры, спектрограмма.

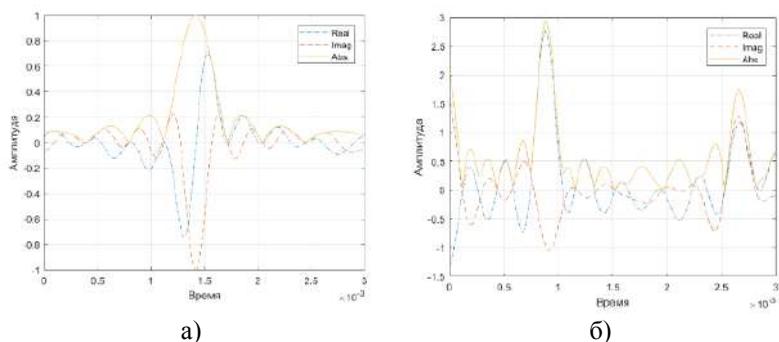
### **Введение**

На сегодняшний день детектирование и распознавание летящих БПЛА малых размеров являются очень актуальными задачами и решаются во всем мире. Основным этапом решения таких задач является анализ отраженного сигнала от летательного аппарата после зондирования. Для этого составляются различные модели, основываясь на которых можно исследовать характер отраженного сигнала. А подобный сигнал от БПЛА имеет свои особенности, и зная их, можно

найти направление решения задачи распознавания. Одной из таких важных характеристик является микро-доплеровская сигнатура, которая имеет разный вид в зависимости от типа БПЛА.

### Моделирование отраженного сигнала

Отраженный сигнал от БПЛА малого размера можно получить на основе модели винта из [1]. За исходные данные приняты габариты и некоторые характеристики квадрокоптера DJI Phantom, например RPM – (от англ.) Rotate per minute, равную 8600. А также другие характеристики: частота облучения 9 ГГц, начальная фаза лопасти случайна в диапазоне от 0 до  $2\pi$ , количество лопастей выбрано 2, т.к. это самый распространённый вариант для беспилотников малых размеров, а сам объект, от которого рассчитывается отраженный сигнал принимается неподвижно парящим в воздухе. Полученные результаты приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Отраженный сигнал от одного винта с одной лопастью а) и отраженный сигнал от четырех винтов с двумя лопастями б)**

### Микро-доплеровские сигнатуры

Микро-доплеровской сигнатурой (МДС) БПЛА называют характеристику сигнала, которая показывает изменение спектра сигнала во времени [2]. Еще иначе ее называют спектрограммой. Из полученного в предыдущем пункте отчетов во временной области можно вычислить МДС. На рисунке 2 представлены изображения для 1 и 4 винтов (1 и 2 лопасти соответственно).

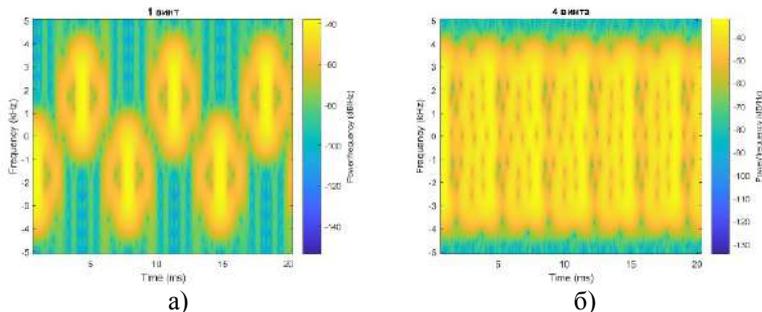


Рисунок 2 - МДС - 1 винт, 1 лопасть (а) и МДС - 4 винта, 2 лопасти (б)

### Список литературы

1. Янковский – Модель отраженного сигнала от вертолета. - : Военная академия имени Жуковского. – 4 с.
2. J. J. M de Wit – Micro-Doppler Analysis of Small UAVs -: Proceedings of the 9<sup>th</sup> European Radar Conference - Department of Radar Technology, The Netherlands 2012, - 210-213 pp.

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ КИХ-ФИЛЬТРОВ С ДРОБНОЙ ЗАДЕРЖКОЙ МЕТОДОМ ВЗВЕШИВАНИЯ

Р.В. Крымых, И.С. Савиных

Новосибирский государственный технический университет  
isavinykh@mail.ru

*Рассмотрено применение метода взвешивания для расчета коэффициентов КИХ-фильтров с дробной задержкой. Получено соотношение для определения отсчетов идеализированной импульсной характеристики. Приведен способ расчета коэффициентов КИХ-фильтра с дробной задержкой. Произведено сравнение неравномерностей группового времени запаздывания и амплитудно-частотной характеристики при использовании взвешивающих функций Ханна, Хэмминга и Блэкмана для различных значений количества коэффициентов.*

**Ключевые слова:** фильтры с конечной импульсной характеристикой, взвешивающие функции, групповое время задержки

При решении ряда задач цифровой обработки сигналов, требуется осуществить задержку сигнала на заданную величину [1-3]. Задержки сигнала в некоторых случаях легко осуществимы в связи с тем, что сигнал должен быть задержан на целое периодов дискретизации [1]. Однако же, например, при синхронизации в цифровых модемах [3] и при моделировании звучания музыкальных инструментов [2] требуется осуществить дробную задержку. Одним из самых важных критериев качества синтезированного КИХ-фильтра с дробной задержкой, является неравномерность группового времени запаздывания (ГВЗ) [2]. При осуществлении дробной задержки КИХ-фильтра с идеализированной импульсной характеристикой (ИХ) наблюдаться большие уровни неравномерностей ГВЗ и амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). Очевидным и простым способом борьбы с этими неравномерностями является расчет коэффициентов КИХ-фильтра методом взвешивания при разном количестве коэффициентов.

Цель работы – определить влияние вида взвешивающей функции и количества коэффициентов КИХ-фильтра на неравномерности АЧХ и ГВЗ.

В ходе проделанной работы было получено соотношение для идеализированной ИХ КИХ-фильтра с дробной задержкой в зависимости от номера коэффициента  $n$ , количества коэффициентов  $N$  и величины дробной задержки  $d$ :

$$h_d[n] = \frac{1}{N} \cdot \frac{\sin(\pi(n - \alpha - d))}{\sin\left(\frac{\pi}{N}(n - \alpha - d)\right)}; \quad \alpha = \frac{N-1}{2}; \quad d \in [-0,5; 0,5].$$

Использовались взвешивающие функции Ханна, Хэмминга и Блэкмана [2]:

$$w_{\text{Ханна}}[n] = 0,5 + 0,5 \cdot \cos\left[\frac{2\pi k(n - \alpha)}{N}\right];$$

$$w_{\text{Хэмминга}}[n] = 0,54 + 0,46 \cdot \cos\left[\frac{2\pi k(n - \alpha)}{N}\right];$$

$$w_{\text{Блэкмана}}[n] = 0,42 + 0,5 \cdot \cos\left[\frac{2\pi k(n - \alpha)}{N}\right] + 0,08 \cdot \cos\left[\frac{4\pi k(n - \alpha)}{N}\right].$$

Результирующая ИХ определялась соотношением [2]:

$$h[n] = h_d[n] \cdot w[n].$$

Было установлено, что при применении взвешивающей функции Блэкмана получают минимальные значения неравномерностей АЧХ и ГВЗ, а также происходит сужение полосы пропускания. Кроме того,

увеличением количества коэффициентов растет и неравномерность ГВЗ. Поэтому предметом дальнейшего исследования будет являться определение количества коэффициентов и вида взвешивающей функции в зависимости от заданных неравномерности ГВЗ и полосы частот, в которой эта неравномерность обеспечивается.

### **Список литературы**

1. M. Blok and M. Sac, "Variable fractional delay filter design using a symmetric window," *Circuits, Systems, and Signal Processing*, vol. 33, no. 10, pp. 3223–3250, May 2014.
2. Iteachor E.C. *Digital signal processing: a practical approach* / E.C. Iteachor, B.W. Jervis. - New York: Prentice Hall, 2002. - 933 p.
3. Sklar B. *Digital Communications: Fundamentals and Applications* (2nd Edition) - N.J Prentice-Hall PTR, 2001. - 1079 p.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ КОНФИГУРИРОВАНИЯ СЕРВЕРА МИНИ АТС ДЛЯ РАБОТЫ С ГОЛОСОВЫМИ И ТРАНКОВЫМИ ШЛЮЗАМИ**

А.В. Гросс, А.В. Никулин  
Новосибирский государственный технический университет  
a.nikulin@corp.nstu.ru

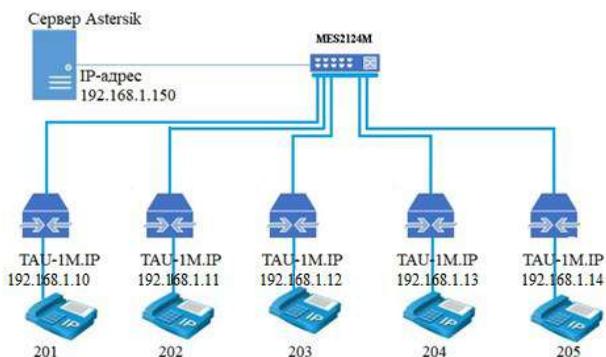
*Разработано программное обеспечение для проведения лабораторных работ по изучению IP телефонии.*

**Ключевые слова:** Asterisk, сервер мини АТС, конфигурационные файлы, IP телефония

IP-телефония — это сервис обеспечивающий коммутацию голосовых соединений в большинстве случаев коммутацию осуществляют по схеме «один к одному». Изучение протоколов H.323 и SIP дало общее представление об IP телефонии.

Требовалось создать программу для проведения лабораторных работ по IP телефонии. Программа должна облегчить студентам процесс конфигурирования сервера мини АТС и так же дать практические навыки. Основной моей задачей было сконфигурировать сервер мини АТС. Для этого была выбрана бесплатная программа Asterisk, позволяющая осуществить все функции современной телефонии, например, такие как переадресация и перенаправление вызова, работа с русскими звуковыми файлами, а также установка мелодии вместо гудка. Реализация проекта включала в себя конфигурирование сервера мини

АТС на основе Asterisk при этом реализовать требуемые функции IP телефонии. Сделать графический интерфейс и связать его с сервером для конфигурирования Asterisk. Так же понадобились для подключения телефонов к сети шлюзы VoIP TAU-1M.IP и коммутатор MES2124M от компании ELTEX. В процессе тестирования рабочего стенда была выявлена его работоспособность, а также успешно были реализованы следующие функции как переадресация и перенаправление вызова, работа с русскими звуковыми файлами, а также установка мелодии вместо гудка.



**Рисунок 1 – Сервер Asterisk с подключенными к нему конечными точками**

### **Список литературы**

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 4-е издание / В. Олифер, Н. Олифер 2010. – 944 с
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 5-е издание / В. Олифер, Н. Олифер 2012 – 960 с
3. Компьютерные сети: Нисходящий подход 6-е издание / Джеймс Куроуз, Кит Росс. 2016. -912с.
4. Системное и сетевое администрирование. Практическое руководство./Лимончелли Т. , Хоган К., Чайлап С. 2009. -944с

## МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ЧАСТОТНОЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕЖЕКТОРНОГО ФИЛЬТРА

Е.О. Суриков, И.С. Савиных  
Новосибирский государственный технический университет  
isavinykh@mail.ru

*Предложена модификация метода частотной выборки для режекторных фильтров, заключающаяся в задании отсчетов реальной части передаточной функции с разными знаками для разных полос пропускания. Приведено изображение задаваемой реальной части передаточной функции. Получено соотношение для определения значения переходного коэффициента.*

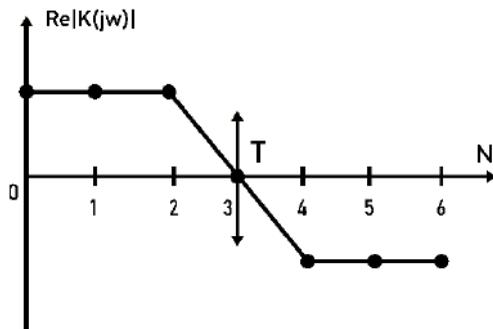
**Ключевые слова:** режекторный фильтр, КИХ-фильтры, метод частотной выборки

В связи с развитием областей применения цифровой техники растет и интерес к цифровой обработке сигналов [1]. Одной из основных задач цифровой обработки сигналов является цифровая фильтрация [2]. Цифровые фильтры, как и аналоговые, изменяют соотношения между амплитудами и/или фазами спектра выходного сигнала по отношению ко входному. Существует пять основных типов фильтров, одним из которых является режекторный фильтр [1]. Режекторные фильтры применяются для подавления помех в заданной полосе частот [1, 2].

Вследствие преимуществ, которыми обладают фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры), в основном, как правило, используются именно они [1, 2]. КИХ-фильтры с линейной фазочастотной характеристикой, являющиеся режекторными, должны быть только первого типа, то есть импульсная характеристика (ИХ) такого фильтра должна содержать нечетное количество коэффициентов, а симметрия ИХ должна быть положительной [1].

Использование классического варианта метода частотной выборки [1, 2] для режекторных КИХ-фильтров приводит в невозможности точного задания центральной частоты режекции, а также к увеличению количества коэффициентов фильтра и, следовательно, к большим вычислительным затратам на расчет отклика фильтра.

Цель работы – предложить модификацию метода частотной выборки для расчета коэффициентов режекторного КИХ-фильтра с возможностью задания центральной частоты заграждения.



**Рисунок 1 – Задаваемая реальная часть комплексной частотной характеристики**

После рассмотрения нескольких вариантов было предложено для метода частотной выборки задавать не отсчеты модуля передаточной функции, а отсчеты реальной части передаточной функции. Причем в одной полосе пропускания режекторного КИХ-фильтра они выбирались равными 1, а в другой -1 (рис. 1). Изменение коэффициента в полосе перехода  $T$  позволяет изменять центральную частоту режекции. Коэффициенты КИХ-фильтра (являющиеся фактически отсчетами его ИХ) находятся обратным дискретным преобразованием Фурье.

В результате построения предложенным способом множества ИХ и амплитудно-частотных характеристик режекторных КИХ-фильтров для различных частот режекции, разного количества коэффициентов и разных значений  $T$  было получено соотношение для определения переходного коэффициента.

$$T = (F_{\text{реж}} - F_0) / d ,$$

где  $F_{\text{реж}}$  – заданная частота режекции в бинах,  $F_0$  – частота ближайшего отсчета в бинах, а  $d$  – коэффициент, лежащий в диапазоне в диапазоне от 0,62 до 0,68.

### **Список литературы**

1. Ifeachor E.C. Digital signal processing: a practical approach / E.C. Ifeachor, B.W. Jervis. - New York: Prentice Hall, 2002. - 933 p.
2. Lyons R.G. Understanding digital signal processing. - NJ: Prentice Hall, 2011. - 954 p.

## ДВУХТОЧЕЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ КОГЕРЕНТНОЙ МОДЕЛИ, СИНФАЗНОЙ В ДВУХ ТОЧКАХ ПРИЕМА

Т.И. Сабитов, А.В. Киселев  
Новосибирский государственный технический университет  
a.kiselev@corp.nstu.ru

*В данной работе рассмотрена задача построения конфигурации матричного имитатора эхосигналов двухпозиционной радиолокационной системы. Найдены выражения для расчета координат излучателей при условии синфазности сигналов в точках приема.*

**Ключевые слова:** матричный имитатор, эхосигналы, двухпозиционная система

В настоящее время для имитации отражений эхосигналов от реальных радиолокационных объектов в лабораторных условиях применяют матричные имитаторы. Излучатели матричного имитатора располагают равноудаленно от точки приема испытываемой системы для снятия вопросов, связанных с фазовыми набегами сигналов излучателей. Однако для многопозиционных систем невозможно расположить излучатели выше указанным способом.

Цель данной работы – разработать конфигурацию матричного имитатора, синфазную в двух точках приема.

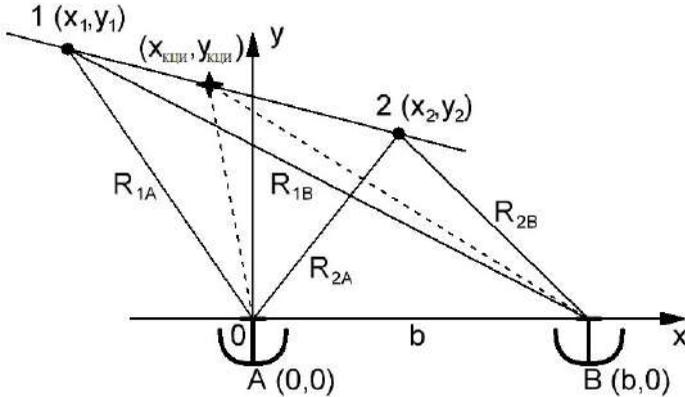
Рассмотрим произвольную двухточечную конфигурацию когерентной модели (Рис. 1). Неразрешаемые излучатели модели формируют сигнал кажущегося центра излучения (КЦИ), положение которого определяется отношением амплитуд  $E_2/E_1$  и разностью фаз  $\Psi$  сигналов в точке приема [1-2]:

$$\xi = \frac{(E_2/E_1)^2 - 1}{1 + 2(E_2/E_1)\cos\Psi + (E_2/E_1)^2}, \quad (1)$$

где  $\xi$  – относительная угловая (или линейная) координата КЦИ.

Очевидно, что обеспечить синфазность сигналов излучателей в обеих точках приема можно, если разность хода сигналов составит целое число длин волн. Для введенной системы координат (Рис 1.) условие синфазности:

$$\begin{cases} \sqrt{x_1^2 + y_1^2} - \sqrt{x_2^2 + y_2^2} = n\lambda, \\ \sqrt{(x_1 - b)^2 + y_2^2} - \sqrt{(x_2 - b)^2 + y_2^2} = k\lambda. \end{cases} \quad (2)$$



**Рисунок 1 – Двухточечная конфигурация когерентной модели одномерного распределенного объекта**

Система (2) имеет решение для координат 2-го излучателя относительно координат 1-го излучателя:

$$\begin{cases} x_2 = x_1 + \frac{n^2 - k^2}{2b} \lambda^2 + \frac{\lambda}{b} \left( k\sqrt{(x_1 - b)^2 + y_1^2} - n\sqrt{x_1^2 + y_1^2} \right), \\ y_2 = \sqrt{\left( \sqrt{x_1^2 + y_1^2} - n\lambda \right)^2 - x_2^2}. \end{cases} \quad (3)$$

Соотношения (3) позволяют построить конфигурацию двухточечной когерентной модели эхосигналов двухпозиционных радиолокационных систем для задаваемых значений длины волны  $\lambda$ , базы  $b$ , координат 1-го излучателя  $(x_1, y_1)$  и целочисленных  $n$  и  $k$ . Полученный результат может быть использован для наращивания количества излучателей вдоль координаты  $x$  для расширения диапазона имитации КЦИ.

## Список литературы

1. Островитянов Р.В., Басалов Ф.А. Статистическая теория радиолокации протяженных целей./ Р. В. Островитянов, Ф. А. Басалов – М.: Радио и связь, 1982. – 232 с.
2. Точность позиционирования кажущегося центра излучения в когерентном трехточечном матричном имитаторе / М. А. Степанов // Вопросы радиоэлектроники. Сер. Общетеchnическая. - 2015. – Вып. 5, № 5. – С. 57–67.

## СТЕНД ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

Н.С. Зубанов, М.А. Степанов  
Новосибирский государственный технический университет  
m.stepanov@corp.nstu.ru

*Представлено описание стенда для обработки данных полученных радиолокационной станций. Приведено описание алгоритма работы программ. Показан внешний вид интерфейса программ, реализующих этот стенд.*

**Ключевые слова:** Радиолокационная станция, обработка радиолокационных данных

Современные радиолокационные станции – это сложные системы, способные обнаружить и взять на сопровождение множество целей. В процессе работы радары измеряют и протоколируют массу параметров обнаруженных целей. В связи с чем, возникает потребность контролировать правильность обнаружения и построения трас движения объектов, да и в целом оценке точности работы системы. Для анализа результатов работы радиолокационной станции разработан стенд. Стенд реализуется двумя программами. Программы реализованы в среде разработки RAD Embarcadero с использованием языка программирования C++ [1].

### **Программа генерирующая данные**

Данная программа предназначена для моделирования случая наблюдения радаром за несколькими целями. Тактико-технические характеристики радиолокационной станции, количество целей и их параметры движения полностью определяются параметрами моделирования. Результатом работы программы является файл data.txt, который содержит массив тестовых радиолокационных данных, полученный в результате моделирования. На рисунке 1 представлен внешний вид программы.

**Выберите параметры моделирования:**

Количество целей N = 1

Время наблюдения T = 10 с

Время измерения  $\Delta t = 0,01$  с

**Выберите параметры РЛС:**

R макс = 110 км

$\Delta \theta = 2$  град

$\theta_{\text{кр}} = 15$  град

$\theta_{\text{гр}} = 7,5$  град

$V_{\text{пр}} = 60$  град/с

**Выберите № цели и задайте параметры её движения:**

Цель № 1

	[X]	[Y]	[Z]
Нач. координаты	-500	325,7	2500
Скорости	0	0	2
Ускорения	2	0	-2
3-я производная	0	0	0
4-я производная	0	0	0
5-я производная	0	0	0
Амплитуда	1		
Послеки	1		

Рисунок 1 – Внешний вид программы, генерирующей данные

### Программа анализа данных

Данная программа предназначена воспроизведения радиолокационных данных. В программе реализован радиолокационный индикатор кругового обзора [2]. По нажатию кнопки «Старт» программа загружает файл data.txt и запускается радиально круговая развертка, которая отображает вращение диаграммы направленности антенны. В моменты, когда цель попадет в зону действия радара происходит её отображение на экране. Процесс обнаружений целей фиксируется в поле справочных сведений и по сути аналогичен процессу обнаружению целей реальной радиолокационной станцией и протоколированию данных. На рисунке 2 представлен внешний вид программы.

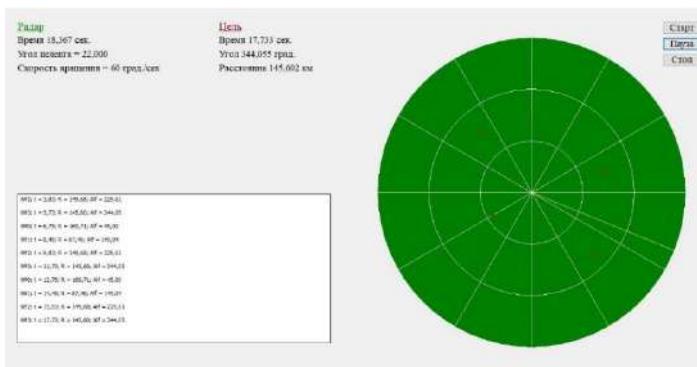


Рисунок 2 – Внешний вид программы анализа

## Список литературы

1. Архангельский А.Я., Программирование в С++ Builder 6. – М.: «Издательство БИНОМ», 2003 г. – 1152 с.
2. Сколник М.И. Справочник по радиолокации – М.: «Техносфера», 2014 г. – 680 с.

## СИНТЕЗ ГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО VoIP

И.В. Уваров, А.В. Никулин

Новосибирский государственный технический университет  
a.nikulin@corp.nstu.ru

*Целью данного доклада было: рассказать о реализации графической оболочки для лабораторного стенда по VoIP.*

**Ключевые слова:** Астериск, мини-АТС, графическая оболочка

Студенты во время выполнения лабораторных работ имеют ограниченное время. Астериск в свою очередь не имеет графического интерфейса, и вся конфигурация сервера происходит через консоль. Для правильного конфигурирования астериск необходимо затратить большое количество времени, чтобы получить минимальные навыки в конфигурировании астериск и написании плана набора.

Так как лабораторные работы несут цель познакомить студентов с различными средствами работы в сфере инфокоммуникационных технологий, студентам нет смысла тратить большое количество времени на глубокое изучение основ работы с Астериск. Поэтому для минимизации затрат времени на изучение программы, появилась необходимость в создании графической оболочки для мини-АТС астериск, в которой можно провести базовое конфигурирование сервера и плана набора.

Для астериск уже существуют графические оболочки, например, FreePbx, Fonality, OpenPBX и т.д. Но проблемой использования этих оболочек в условиях лабораторных работ является наличие большого количества функций, неиспользуемых в ходе выполнения работ, которые могут сбить с толку студентов, при выполнении работы, к тому же некоторые из оболочек распространяются на коммерческой основе.

Поэтому я занялся разработкой простейшей графической оболочки для конфигурирования мини АТС на основе Астериск, в которой будет возможность базовой конфигурации сервера и плана набора. Графическая оболочка разрабатывалась на основе фреймворка QT.

Для этого я собрал и настроил локальную сеть, в которую входили 4 VoIP шлюза, сервер с установленным Астериск и коммутатор. Затем, с помощью фреймворка QT, разработал графическую оболочку, с помощью которой производится конфигурация и настройка базовых функций Астериск. Программа редактирует конфигурационные файлы, а также вносит изменения в конфигурации сервера. Также показывает статус работы Астериск.

К сожалению, на данный момент, графическая оболочка до конца не готова, но я продолжаю работать над ней, и, в будущем, планирую увеличить функционал программы.

Минусом этой методики является то, что студенты напрямую не конфигурируют сервер Астериск с помощью консоли.

Я считаю, что данная графическая оболочка должна помочь студентам познакомиться с основными возможностями мини-АТС Астериск, в ходе выполнения лабораторных работ.

### **Список литературы**

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы 5-е издание / В. Олифер, Н. Олифер 2016. – 243 с.
2. «Астериск - будущее телефонии». 2-е издание/ Дж. ван Меггелен, Ярд Смит и Лейф Маадсен. 2009. – 652 с.
3. Linux и Unix: Программирование в Shell. Руководство разработчика./ Д. Тейнсли. 2001. – 400 с.
4. Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++ (2018) /Шлее М. 2018. – 1073 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ САДОВО-ПАРКОВОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
И КОНЦЕПЦИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ**

О.Д. Белозерова, М.И. Акимова  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
apzs@sibstrin.ru

*В докладе определены факторы, влияющие на формирование садово-парковой среды крупных и малых городов Западной Сибири, выявлены композиционные особенности в планировочной структуре. На основе анализа функциональных, пространственных и социологических аспектов сформирована концепция развития парков городов Западной Сибири.*

**Ключевые слова:** садово-парковая среда, парк культуры и отдыха, функционально-планировочная структура, архитектурно-пространственная организация

В Федеральном Законе «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации» говорится о том, что объекты культурного наследия народов представляют собой уникальную ценность для всего многонационального народа Российской Федерации и являются неотъемлемой частью всемирного культурного наследия[1]. История создания парков, садов и в целом развитие ландшафтной архитектуры насчитывает тысячелетия. В настоящее время уделяется все больше внимания формированию парков так, как парки культуры и отдыха стали неотъемлемой частью городов, они являются лучшим местом для отдыха населения, и именно они занимают видное место среди культурно-просветительных учреждений – это многофункциональные комплексы.

В связи с этим актуальность заключается в исследовании особенностей Западной Сибири в садово-парковом строительстве, что позволяет внести вклад в изучение историко-архитектурного наследия Сибири.

В ходе исследования определены основные факторы, влияющие на формирование садово-парковых комплексов: градостроительный, ландшафтный, исторический фактор и фактор принадлежности.

В результате историко-литературного анализа собранных в ходе исследования материалов, определены этапы формирования садово-парковой среды городов Западной Сибири: I этап (начало XIX в.). Формирование первых садово-парковых комплексов на территории Западной Сибири. II этап (1920-е - 1940-е гг.). Формирование новых решений в проектировании садово-парковых объектов и их развитие. Появление первых парков культуры и отдыха. III этап (1940-е - 1960-е гг.). Массовое озеленение, развитие парков культуры и отдыха в садово-парковой среде Западной Сибири. IV этап (1960-е - 1990-е гг.). Тенденция к проектированию городских садов и парков постепенно переходит к созданию скверов.

Современный мир формирует новые условия для видов человеческой деятельности, в том числе и для отдыха, проведения досуга.

Предлагаемая концепция развития парков основывается на:

- 1) сложившихся традиционных особенностях в архитектурно-планировочной структуре парка городов Западной Сибири;
- 2) истории со времен появления первых парков до инновационных парков настоящего времени;
- 3) социологическом опросе, проведённом среди жителей городов Западной Сибири.

Цель концепции – формирование комфортных условий для отдыха посетителей с учетом социальных, функциональных и исторических аспектов. Предусматривается:

- 1) для создания единой тематики парков предлагается использовать образ Советского Парка культуры и Отдыха;
- 2) максимальное сохранение существующих насаждений и дальнейшее развитие озелененных территорий, создание функционального, единого стиля, развитие сети аллей;
- 3) выбор наиболее часто используемых территорий парка для развития на данных территориях инфраструктуры.

Данная концепция применима для парков городов Западной Сибири.

## **Список литературы**

1. Федеральный закон № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИГОНОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Н.П. Бутаков, Н.В. Боровикова  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
nikolaybytakov50@gmail.com, borovikova21@mail.ru

*Проблемы экологии, количества твердых коммунальных отходов ТКО, производимого городами в условиях тенденций глобализации и урбанизации, градостроительного размещения таких объектов, их архитектурно-художественной и объемно-пространственной специфики требуют, как обобщения и систематизации, так и разработки функциональных моделей с учетом морфологического и графоаналитического анализа, формирования нормативных требований к таким предприятиям на основе научных исследований.*

**Ключевые слова:** особенности проектирования, функциональное зонирование, функциональная схема, промышленное предприятие, индустриальное наследие, архитектурно-индустриальная среда, полигон переработки ТКО, твердые коммунальные отходы, мусоропереработка, технология производства, рекультивация

Актуальность данного исследования заключается в необходимости привлечения внимания к основной проблеме формирования полигонов по переработке ТКО и особенностей их проектирования.

ТКО – твердые коммунальные отходы – это биологические и небιологические отходы потребления (то есть товары или предметы, потерявшие свои свойства и непригодные к дальнейшему использованию). Основным способом избавления от ТКО является складирование: открытое (свалки) – достаточно экономичный, но неэкологичный вариант; закрытое (полигоны, комплексы переработки) – экологичный (позволяет повторно использовать территорию за счет рекультивации), но не экономичный вариант. Большая часть полигонов России эксплуатируется по сомнительной технологии, из-за чего не сильно отличается от свалки (в тело полигона мусор вываливается без какой-либо сортировки). Как следствие, образуется более ядовитый фильтрат, срок службы полигона существенно сокращается, а также значительно увеличивается вероятность возгорания с большим количеством токсичных продуктов горения. При учете этих факторов

дорогой полигон оказывается не менее опасным для окружающей среды, чем обычная свалка.

Большинство полигонов ТКО функционирует по следующей технологической схеме: после проверки автомобиля производится складирование и уплотнение отходов с последующим сбором биогаза и фильтрата - при отсутствии сбора возникает угроза для окружающей среды, что предполагает изоляцию от почвы. Основные меры защиты могут быть представлены следующим образом: 1) дно котлована уплотняется, и изолируется экранами, гидроизоляции; 2) после завершения работы полигона, слои мусора так же герметизируются и изолируются от плодородных слоев почвы; 3) для сбора газа, в верхней части котлована устанавливаются системы сбора свалочного газа; 4) в основании котлована закладываются дренажные трубы, для откачки фильтрата. Таким образом, если учесть вредности и опасность объекта, при размещении объекта в черте города должны учитываться санитарные разрывы от жилых и рекреационных зон.

Анализ опыта показывает различную вариативность проектирования полигонов переработки ТКО при многоаспектности и возможности сформулировать достаточно четкие требования к самим аспектам. Например, в Японии была создана национальная идея борьбы с мусором, согласно которой каждый житель обязан сортировать мусор, чтобы не получить персональный или коллективный штраф. В США, где правительство занимается финансовой поддержкой перерабатывающего отходы бизнеса, в городах создаются программы по переработке, по замыслу которых компании, занимающиеся переработкой и сортировкой мусора, получают льготы и возможность «депозитирования» товара.

Таким образом, проектирование полигонов переработки ТКО имеет ряд особенностей: технологическую; экономическую; социальную; нормативно-правовую; градостроительную; объемно-пространственную; архитектурно-художественную и др. Каждая из этих особенностей имеет свою специфику, которая в совокупности и взаимодействии позволяет создавать в процессе проектирования грамотные и современные решения.

### **Список литературы**

1. СП 320.1325800.2017 Полигоны для твердых коммунальных отходов. проектирование, эксплуатация и рекультивация <http://docs.cntd.ru/document/556610331>
2. В. И. Сметанин. Учебное пособие по курсовому проектированию: проект полигона захоронения твёрдых бытовых отходов / В.И.

Сметанин, И.А. Соломин, О.И. Соломина. – Москва: МГУП, 2006. – 68 с.

3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов: согласована Мособлкомприродой от 5.02.1997 г. № ЭЭ-8. – Москва, 1997. – 39 с.

4. А.С. Гринин, В.Н. Новиков. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация и переработка. – М.: Фаир-Пресс, 2002. – 336 с.

5. СанПин 2.1.7.1322–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. – Введ. 15.06.2003. – Москва: Министерство здравоохранения РФ, 2003. – 24 с.

## **АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА**

О.В. Гусева, О.Г. Смолина

Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
zelenoest-vo@mail.ru

*На сегодняшний день в современной городской застройке отсутствует непрерывная безбарьерная среда для маломобильных групп населения, чем и объясняется актуальность исследования. В докладе рассматриваются критерии создания доступной среды для маломобильных групп населения, на основании анализа, которых предложены научно-практические рекомендации по реконструкции среды жизнедеятельности маломобильных групп населения.*

**Ключевые слова:** маломобильные группы населения, городское пространство, доступная среда

Создание доступной среды для маломобильных групп населения (МГН) является одним из приоритетных задач во многих странах мира. В связи с этим возникает проблема функциональной и структурной адаптации окружающего пространства для предотвращения ограничения общения и возможностей перемещения инвалидов, а также других людей с ограниченной мобильностью. Очень важно сформировать безбарьерную среду для различных групп населения, учитывая потребности граждан с ограниченными возможностями [Цит. по: 1, с.5-6].

*Объект исследования* – городское пространство с позиции доступности для маломобильных групп населения в г. Новосибирске.

*Цель научного исследования:* изучение созданных городом условия, при которых МГН беспрепятственно смогут передвигаться по улице, посещать объекты социальной инфраструктуры и вести активный образ жизни.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить аспекты доступной среды для МГН.
2. Разработать научно-практические рекомендации для внедрения безбарьерной среды для МГН.

При оценке параметров доступности среды учитываются в первую очередь требования из норматива СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001» [2], согласно которому должны обеспечивать:

- *достигаемость мест целевого посещения и беспрепятственность перемещения внутри зданий и сооружений;*
- *безопасность путей движения* (в том числе эвакуационных), а также мест проживания, обслуживания и приложения труда;
- *своевременное получение МГН полноценной и качественной информации*, позволяющей ориентироваться в пространстве, использовать оборудование;
- *удобство и комфорт среды жизнедеятельности.*

*По степени значимости, перечисленные критерии имеют следующий порядок приоритетов:* 1) *доступность* – движения по коммуникационным путям и помещениям, воспользоваться местами отдыха, 2) *безопасность* – возможность избежать травм, пожарная безопасность, 3) *информативность* – использование средств информирования, соответствующих особенностям различных групп населения, 4) *комфортность (удобство)* - оценивается как с физической, так и с психологической позиций. Изучив аспекты формирования среды предложены ряд научно-практических рекомендаций, ранжированных по значимости для создания доступного пространства для МГН: **1 этап** создание комфортных условий во входной зоне зданий, для развития пешеходной связующей из здания на открытую местность. Такие как: установка пандусов, поручней, тактильных покрытий, бордюры и спуски; **2 этап** обеспечение наполняемости общественных и жилых территориях, а также функциональное зонирование придомовой территории, в частности, установка малых архитектурных форм, парковки и площадок различного назначения, а также пешеходных троп и дорожек для обеспечения транспортной коммуникации; **3 этап** взаимосвязь между этапами для создания непрерывной доступной среды.

## Список литературы

1. Брума Е. В. Технологии обеспечения экологически безопасной и доступной среды биосферно-совместимого города для маломобильных групп населения: автореф. дис. ...канд. техн. наук. Орел, 2014. 155 с.
2. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для МГН. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. М.: 2017. 45 с.

## ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМЫ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ НА ПРИМЕРЕ СОБОРА А. НЕВСКОГО В Г. НОВОСИБИРСКЕ

А.О. Ежов, А.В. Радзюкевич  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
89139339318@mail.ru

*В докладе приведено описание методики моделирования и анализа памятника архитектуры и высказывается предположение о том, что данный подход можно использовать в экспертизе, реконструкции и проектировании объектов каменного культового зодчества.*

**Ключевые слова:** памятники архитектуры, анализ, метод конечных элементов, ANSYS, напряженно-деформированное состояние

В последнее время в сфере реставрации и эксплуатации памятников архитектуры актуальными становятся задачи, для решения которых необходимо знать наиболее нагруженные элементы сооружения или же его участки, подверженные наибольшим деформациям как в ходе стандартной эксплуатации, так и при нестандартных нагрузениях (сейсмика).

Цель данной работы заключается в апробации методов физического моделирования и анализа сооружений, а также в разработке методики применения данного метода в вышеописанных задачах.

В ходе выполнения работы производились расчеты в САПР-программах для разработки геометрии (CAD) и анализа (CAE). Была выполнена трехмерная твердотельная модель собора Александра Невского в Новосибирске по данным облака точек в программе SpaceClaim, далее в программном комплексе ANSYS Mechanical был создан расчетный проект, импортирована геометрия, определены физические характеристики материала, построена сетка конечных

элементов и проведен анализ напряженно-деформированного состояния объекта.

По результатам, полученным в ходе анализа, были определены наиболее нагруженные участки сооружения, а также его части, подверженные наибольшим перемещениям.

Новизна данной работы заключается в том, что, по доступным нам сведениям, в России подобный метод еще не применялся. Выявлена возможность его применения в рамках реставрационных работ и при проектировании новых объектов культового зодчества. Предполагается, что данный метод также может быть использован в рамках предпроектных изысканий при экспертной проверке несущей способности объектов.

### **Список литературы**

1. Michele B., Luciano G. Seismic Analysis of Historic Masonry Buildings: The Vicarious Palace in Pescia (Italy).- Buildings 2012, 2(2), - 63-82 p.
2. Радзюкевич Андрей Владиславович, Чернова Марина Андреевна, Середович Владимир Адольфович, Иванов Андрей Васильевич, Мифтахудинова Оксана Руслановна Методика лазерного сканирования и пропорционального анализа форм памятника архитектуры (на примере храма Александра Невского в Новосибирске) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. №. 3.115-126 с.
- 3 Радзюкевич А.В., Козлов Г.В. Виртуальное моделирование физических процессов как новый инструментарий архитектурного формообразования // АМІТ. 2012. №4 (21). С. 1-11.
4. Ambareesh Kumar, Kumar Pallav. Static and dynamic analysis of unreinforced masonry wall using finite element modeling in senate hall building //The 2018 Structures Congress (Structures18) Songdo Convensia, Incheon, Korea, August 27 - 31, 2018.

## ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ КОНСТРУКТИВИЗМА В Г. НОВОСИБИРСКЕ

Т.Н. Жученко, Н.В. Отургашева  
Сибирский институт управления – филиал Российской академии  
народного хозяйства и государственных служащих  
vialuna@list.ru

*В докладе рассматривается проблема сохранения архитектурных памятников советской эпохи на конкретных примерах в городе Новосибирске.*

**Ключевые слова:** архитектура, конструктивизм, урбанизм, памятники культуры, реставрация, благоустройство

Конструктивизм - единственный стиль в архитектуре 20 века, придуманный в России. Он зародился в 1920-х годах, когда Советская страна начала восстанавливаться после революций и гражданской войны. Существует несколько проблем, связанных с отношением людей к конструктивизму.

Во-первых, большинство обывателей не могут признать в конструктивизме искусство, для них конструктивизм - это монолитные коробки со скучным цветовым оформлением. Специфика подобного восприятия обусловлена многими причинами, в частности, невысокой эстетической культурой масс.

Во-вторых, в России существует серьезная проблема сохранения исторических памятников. Связана данная проблема, прежде всего, с недобросовестной работой чиновников, которые не всегда признают в советских зданиях исторические памятники, что и приводит к тому, что такие здания либо сносятся и строят на их месте «новострой», либо реставрируют их так, что сложно даже узнать в здании советское наследие[1]. Более того, сейчас процедура придания статуса усложнилась для граждан: жильцы вправе только рекомендовать органам охраны культурного наследия внести то или иное здание в список охраняемых объектов. В Новосибирске за эту работу отвечает департамент культурного наследия Новосибирской области.[2]. При этом дом может годами ждать реставрации и разрушаться. Тем не менее, с момента согласия органов охраны культурного наследия на проведение экспертизы у дома появляется статус "заявленного памятника". Теперь его нельзя снести без согласования с ведомством, отвечающим в регионе за охрану объектов культурного наследия.

Совсем недавно Новосибирск лишился очередного памятника конструктивизма — жилого дома «Рабочая пятилетка» по адресу ул. Каменская, 18.: «Новосибирским общественникам не удалось защитить уникальный дом-коммуну, построенный более 90 лет назад — 5 января на площадку прибыла спецтехника, которая начала его демонтаж» [3].

Здание 1930 года постройки представлял собой дом-коммуну, который создавался как символ нового быта — социалистического, а не капиталистического.

На площадке возле дома проходила серия одиночных пикетов — новосибирцы пришли сюда с плакатами «Мы имеем право на историческую память», «За дом-коммуну», «Спасём наше наследие». На месте также работала полиция, которая выяснила, что разрешительные документы на снос дома у компании имеются, после чего строители возобновили демонтажные работы. Дом-коммуна был внесён в план приватизации в 2018 году, а после попал в частные руки. Если ранее в здании планировалось создание арт-центра, то теперь судьба освободившегося участка неизвестна.

Чтобы решить эту проблему и привести наши города в опрятный и современный вид, нужно обратиться к европейскому опыту. К примеру: там начали делать реконструкцию, а не реновацию. Типовые районы с пятиэтажной застройкой («хрущевки», «брежневки») существуют не только в СНГ, но и в Европе, например, в Польше и в восточной части Германии. В этих государствах данные районы реконструируют, а не сносят, дома чинят, а фасады видоизменяют по современному образцу, облагораживают территорию вокруг дома и заменяют малые архитектурные формы на новые (лавочки, двери, почтовые ящики и пр.).

После подобных практик «хрущевки» уже выглядят не как архаичное архитектурное наследие политики Хрущева, а как современное и комфортное жильё.

### **Список литературы**

1. РИА Новости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realty.ria.ru/20121113/398856851.html> свободный.-Загл. с экрана.
2. Сохранение памятников Новосибирской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nasledie-nso.ru/> свободный.-Загл. с экрана.
3. Сиб.Фм. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sib.fm/news/2019/01/05/v-novosibirske-nachalsya-snos-ocheredno-obraztsa-konstruktivizma> свободный.-Загл. с экрана.

## НАДЗЕМНЫЕ ПЕРЕХОДЫ КАК РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗОЛИРОВАННОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ГОРОДА

А.Р. Канакова, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
sibvernissage@gmail.com

*В силу исторических особенностей формирования инфраструктуры многие участки городов оказались изолированы. Наиболее острой проблемой является изоляция городских районов от берега. Целью работы является определение вектора развития надземных переходов. В докладе рассматривается проблема расчлененности городской ткани сложившейся инфраструктурой, а также проводится анализ пешеходных надземных переходов. Результатом анализа является вывод о пересмотре подхода к их проектированию.*

**Ключевые слова:** инфраструктура, изолированность, переход, пешеход, общественные пространства, город

Эволюция города привела к тому, что инфраструктура превратила его в «локутное одеяло», с участками между портами и городскими сетями, железнодорожными линиями и автомагистралями. Наиболее острой проблемой является изоляция городских районов от берега [1].

Во многих городах России, проблема расчлененности городской ткани, инфраструктурой чрезвычайно актуальна. Центр города Новосибирска, его жилые районы «отрезаны» от Оби Транссибирской и Алтайской железнодорожными магистралями, автомагистралями и полосой промышленных предприятий, что значительно осложняет решение композиционно-пространственных задач выхода города к реке и включения характерных элементов природного ландшафта в композицию его центра.

Проблему преодоления жителями транспортной инфраструктуры решают организацией переходов. Объектом исследования данной работы явились надземные переходы.

В ходе проведения анализа надземных переходов были выявлены следующие недостатки: они разрывают город; недоступны маломобильным группам населения; сложны в эксплуатации; девальвируют достижения «пешеходизации» города; потенциально опасны; повышают аварийность; портят облик города.

В концепции промышленного города функциональные зоны сшивались инфраструктурой в одной плоскости. В городе постмодерна,

сосредоточенном на удобстве, безопасности и потребностях человека, инфраструктура, расчлняющая городскую ткань, рассматривается как недостаток, который должен быть преодолен.

Примеры зарубежного опыта показывают то, что надземные переходы имеют право на существование: пешеходный мост Luchtsingel в Роттердаме, образует новый трехмерный городской пейзаж, мост Руйи соединяет Dauyan Park с городским пространством, и с живописным пейзажем, Z-образная структура, превращенная в Олимпийский парк скульптур в Сиэтле, разбитая на месте снесенных олимпийских объектов. В странах с холодным климатом надземные переходы трансформируются в сеть. В канадском Калгари, существует система переходов «Плюс 15».

В Новосибирске обнаружено 29 надземных переходов, большинство сосредоточены на улице Большевикской сосредоточено, они концентрируются вдоль Оби и решают проблему преодоления эксклюзии береговой территории. Данные переходы как показало проведенное исследование, неудобны нерентабельны и непривлекательны, ограничивают передвижение маломобильных групп населения и не решают проблему с безопасностью дорожного движения.

Требуется выйти на другой уровень проектирования надземного перехода: учитывать климатические особенности города, существующий поток людей в предполагаемом месте проектирования. Необходимо направлять пешеходный поток в надземный переход только на загородных трассах. В городе на магистральных улицах надземный переход только провоцирует пешехода на нарушение правил. Не следует отвергать более креативные и дорогостоящие решения, например, Z-образную конструкцию, являющуюся не только инфраструктурным решением, но и новым общественным пространством.

### **Список литературы**

1. Marion Weiss and Michael Manfredi Public Natures: Evolutionary Infrastructures//Princeton Architectural Press, 2015.

## ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МУЗЕЙНО-ВЫСТАВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Е.А. Курочкина, А.А. Шапова, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
sibvernissage@gmail.com

*Рассмотрены типология и классификация современных музеев, их планировочные особенности, На основе изучения актуальных музейных проектов отслежен вектор их планировочного развития, а также обновлена схема планировочной организации музея, отразившей изменения требований к музею в реалиях символической экономики.*

**Ключевые слова:** музей, классификация, типология, планировка

В России, как и во всем мире сегодня наблюдается стремительный рост количества музеев. Музеи становятся частью культурной стратегии развития городов. Изменение роли музея в обществе ведет за собой безусловное изменение их типологии, соотношения отдельных функциональных зон, планировки, объемно-пространственного решения.

Наиболее подробно основные рекомендации по проектированию музеев были изложены Центральным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и управления им. Б.С. Мезенцева Госгражданстроя (ЦНИИЭП им. Б.С. Мезенцева).

Целью исследования стала обновление схемы планировочной организации музея, отразившей изменения требований к музею в реалиях символической экономики.

Музей – это здание для сбора, хранения и публичного показа артефактов, представляющих исторический или художественный интерес, относящихся к определенным эпохам и определенным культурным контекстам.

Анализ 50-ти музейных зданий и комплексов, расположенных в разных странах мира, показал, что многие разделы, такие, как классификация музеев, требования к составу и взаимосвязи помещений, функциональная схема планировки музея устарели и требуют пересмотра. Проведенное исследование позволило внести коррективы в типологию музеев, отличающихся друг от друга по содержанию, размерам, локализации.

Анализ размерной классификации музеев потребовал большей дифференциации малых музеев (V категория) с количеством единиц хранения от 2–до 10 тыс. и посещаемостью 10–20 тыс. человек.

Предложена типологизация музея по профилю, размеру активов, характеристике здания, статусу, существенным направлениям деятельности.

Откорректирован состав помещений музея, разделенный на основной, вспомогательный и обслуживающий.

Современный музей, предназначенный для защиты значимых в культурном отношении объектов и распространения связанных с ними знаний, должен обладать определенными планировочными и архитектурными особенностями: доступность, готовность к расширению, узнаваемость здания, мобильность музейных помещений, габариты выставочных площадей, выставочные маршруты, определенный состав помещений и др.

На основе изучения реализованных музейных проектов разработана схема взаимосвязи помещений музея, которая существенно отличается от схем, опубликованных в авторитетных источниках, содержащих методическую информацию, к которым сегодня обращаются при проектировании музеев. Взаимосвязь помещений представилась более общей характеристикой музея и нивелирует их тематическое разнообразие.

Анализ музейной деятельности позволил обобщить типологию выставочных маршрутов: которые находятся в зависимости от агрегированной схемы выставочных единиц и организации, использованной при представлении выставочных материалов.

Анализ музейных зданий, спроектированных и реализованных в последнее 30-летие, позволил отследить вектор развития планировочной организации, который нацелен сегодня на создание открытого пространства музея.

### **Список литературы**

1. Рекомендации по проектированию музеев / Центральный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования комплексов и зданий культуры, спорта и управления им. Б.С. Мезенцева Госгражданстроя (ЦНИИЭП им. Б.С. Мезенцева). – Москва: Стройиздат, 1988. – с. 38.
2. Нойферт Э. Строительное проектирование / пер. с нем. К.Ш. Фельдмана, Ю.М. Кузьминой // ред. З.И. Эстрова и Е.С. Раевой. – Москва: Стройиздат, 1991. – 392 с.
3. Зукин Шарон. Культуры городов. – М.: Новое литературное обозрение, 2018. – 424 с.

## ШКОЛА №54 КАК ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНОГО И ИСТОРИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ

А.С. Ломакина, М.Е. Никитина, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
sibvernissage@gmail.com

*Доклад акцентируется на образовательных учреждениях города Новосибирска, построенных в 1930-х–1950-х гг., которые вступают в стадию реконструкции. Объектом исследования является школа № 54. В исследовании установлен автор проекта, описано ее архитектурно-планировочное решение, определена датировка художественных барельефов, расположенных на главном фасаде здания. Установлено, что существуют две версии авторства барельефов на фасаде школы – скульптор С.Р. Надольский и скульптор В.Ф. Штейн. Обоснована как архитектурная ценность объекта, так и его роль в истории города.*

**Ключевые слова:** реконструкция, школа № 54, Новосибирск, Надольский, Штейн, барельеф

Школы, построенные в 1930–1950-е гг. морально устаревают и находятся под угрозой реконструкции. Как показал первый опыт, задействованные приемы реконструктивного вмешательства девальвировали исторический архитектурный облик школьных зданий.

В начале 2019 г. стало известно о планируемом сносе школы № 54 Центрального района города Новосибирска. Общественность встревожена утратой объекта, имеющего историческую и культурную ценность. Особую обеспокоенность вызывает судьба установленных на школе барельефов.

Целью исследовательской работы явилось определение исторической и архитектурной ценности 54-й школы. В процессе исследования решались такие задачи как установление авторства проекта, восстановление истории проектирования и строительства школы, характеристики ее объемно-планировочного решения, уточнение датировки художественных барельефов, расположенных на главном фасаде здания, разработки рекомендаций о типе реконструктивного вмешательства для решения проблемы развития школы.

Постановлениями Президиума Новосибирского городского Совета РК и КД весной 1935 г. Дзержинскому Горону под строительство школы были отведены земельные участки. Общая площадь участка составляла

23936 кв. м. К настоящему времени площадь участка значительно уменьшилась и составляет 8236 кв. м.

В сентябре 1935 г. школа была открыта и ей было присвоено имя русского биолога и селекционера Ивана Владимировича Мичурина, полное название звучало как «трудовая политехническая школа им. И.В. Мичурина».

Исследование определило роль школы в истории города: участок улицы Серебренниковской был переименован в улицу Мичурина в связи с постройкой «мичуринской» школы.

Здание построено по типовому проекту для семилетней школы на 400 учащихся, разработанному архитектурно-проектным бюро Наркомпроса РСФСР и утвержденному в 1934 г.; архитектор – И.С. Бочурин.

Симметричное здание было выполнено в традиции псевдо-классицизма. Позднее фасад здания школы претерпел изменения: главный вход перекрыли помещением под гардероб, а к 1963 г. вдоль улицы Крылова был достроен корпус со спортивным залом и дополнительными кабинетами. Пристройки исказили первоначальный архитектурный замысел.

Главным украшением школы на протяжении многих лет являются два скульптурных тематических барельефа на южном фасаде здания, отражающие ее «мичуринское» прошлое.

Установлено, что существуют две версии авторства барельефов: скульптор С.Р. Надольский и скульптор В.Ф. Штейн [1]. Констатируется, что пока нет окончательного свидетельства в пользу кого-то из них.

В ходе исследования определена датировка художественных барельефов, которые отнесены к 1936–1937 гг., а не к 1948 г., как утверждалось ранее.

Выявленная историческая, культурная и архитектурно-художественная ценность здания школы №54 позволяет сделать вывод о необходимости сохранения исторического здания школы. В докладе ставится вопрос о типе реконструктивного вмешательства в массово вступающие в стадию реконструкции школьные образовательные учреждения города Новосибирска, построенные в 1930–1950-е гг.

### **Список литературы**

1. Червова Е.Г. К вопросу об атрибуции рельефа на здании школы №54 г. Новосибирска // Баландинские чтения: сборник статей VII научных чтений памяти С.Н. Баландина. – Новосибирск: НГАХА, Музей истории архитектуры Сибири им. С.Н. Баландина. – Новосибирск, 2013. – Т. VII. – С. 87–89.

## ВИЗУАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГОРОДОВ. ПУТИ И СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ

Н.П. Санникова, О.Г. Смолина  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
zelenoest-vo@mail.ru

*В данной научной работе рассмотрена попытка решения одной из наиболее распространенных проблем большинства российских городов – это снижение визуального загрязнения и психоэмоционального напряжения граждан вызванного им. В докладе проанализировано существующее состояние городской среды на наличие состава и разновидности визуальных коммуникаций города, рассмотрены пути ранжирования визуальной информации и способы ее организации.*

**Ключевые слова:** визуальное загрязнение, облик города, визуальные коммуникации, фасады зданий и сооружений, загрязнение среды

Сегодня во всем мире доминируют информационные технологии. С каждым днём увеличивающуюся информацию люди воспринимают через органы зрения, что делает потребность в визуальной чистоте всё более значимой. Большое количество разноплановой рекламы, так часто встречающейся на улицах населённых пунктов, оказывает давление на эмоциональное и психическое состояние человека, приводит к ухудшению экологической обстановки. Поэтому все больше людей старается очистить своё визуальное пространство от лишней графической информации [1].

На основании проведенного анализа были получены следующие результаты:

-На основании анализа отечественного опыта визуального загрязнения городов разработаны научно-практические рекомендации для улучшения восприятия городской среды благодаря чему возможно повысить эффективность информационного обеспечения граждан, которые заключались в регламенте шрифта, колористического оформления в месте размещения, анализе восприятия.

Проблема визуального загрязнения с каждым днем становится все более актуальной. Отсутствие общего дизайн-кода освобождает предпринимателей от взаимодействия с друг другом для организации общих или рядом расположенных рекламных вывесок, щитов, плакатов. Такая информационная «разношерстность» влияет на самочувствие

человека, делает его пребывание в городской среде дискомфортным. Из-за этого также снижается интерес покупателей, что влияет на экономику владельцев магазинов. Теряется общий архитектурный облик города, отсутствует его идентичность.

Необходимо создать единый дизайн-код или следовать определенному своду правил в качестве организации рекламных и информационных коммуникаций [2]. Также, в качестве проверки визуальной чистоты, можно создать контрольный отслеживающий орган, который будет резюмировать существующую ситуацию и назначать способы решения возникающих проблем.

### **Список литературы**

1. Качество визуальной среды и экологическая безопасность в городской среде. Научная статья. /Куприянова Т.С./Под ред. Н.П. Несговорова./ 2014. -С. 166-167.
2. Минимизация риска визуального загрязнения городской среды. Научная статья. /Иванушкина А.В., Шемель И.Г./Тезисы докладов XII Региональной научной конференции./ 2015. С.- 47-48.

## **МАСТЕР-ПЛАН В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ**

В.С. Тузовский, Г.П. Ерохин  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
grad@ngaha.ru

*Исследование направлено на изучение развития подходов стратегического пространственного планирования в современной российской градостроительной теории и практике. В работе приводятся уточняющие определения и предложена уровневая модель стратегического планирования на основе регулирования методами мастер-планирования.*

**Ключевые слова:** мастер-план, стратегическое планирование, стратегическое пространственное планирование, градостроительная деятельность, уровневая модель стратегического планирования

*Термин «стратегическое планирование» понимается как основной инструмент достижения бескризисного, устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности государства [1]. Развитие*

пространственного планирования является сегодня одной из актуальных проблем развития территории страны. Несбалансированное функционирование различных уровней системы управления и соответствующей документации создает препятствия для комплексного развития страны.

В качестве объекта исследования выбрана структурная организация процесса планирования пространственного развития. Предметом являются документы регламентирующие организацию стратегического планирования пространственного развития.

С одной стороны, мастер-план воспринимается как мало обоснованный и даже враждебный инструмент. С другой его понимают как прогрессивный, важный этап в развитии стратегического планирования пространственного развития способный обеспечить новое качество жизни и отношений в обществе, развить новые характеристики среды. Проблема состоит в определении понятия мастер-плана, его месте в градостроительной деятельности, отношениях с другими документами стратегического и территориального планирования на различных уровнях.

Сформулировано представление о зарубежном опыте стратегического пространственного планирования. Общей тенденцией рассмотренных мировых регионов-лидеров является стремление к децентрализации управления пространством и ресурсами, постепенное укрепление самоорганизации общества методами партисипации на местном уровне при эффективном взаимодействии между уровнями.

Анализ понятий стратегического социально-экономического и пространственного планирования, территориального планирования, систем стратегического планирования зарубежных стран, а так же разработок отечественных муниципальных образований позволил выявить тенденции и проблемы в становлении новых форм регулирования процесса пространственного развития.

Разработка стратегий пространственного развития, мастер-планов способствует оптимизации развития градостроительных систем, организационно обеспечивая социально-экономического развития на территории при наличии взаимосвязей с территориальным планированием. Приведенные определения и модели дают представления о вариативности подходов в пространственном планировании и о необходимости их документального закрепления.

Предложенная уровневая модель стратегического планирования демонстрирует важность организации инструментов координации в системе управления пространственным развитием. Иерархия документов регламентирующих организацию процесса планирования

пространственного развития с учетом подходов мастер-планирования стимулирует процессы самоорганизации на муниципальном и межмуниципальном и региональном и межрегиональном уровнях [2].

В перспективе предполагается расширенное рассмотрение градостроительной деятельности и более подробное описание функционирования в ней мастер-плана, ориентированное на развитие градостроительной деятельности и градостроительной методологии.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Гарант.
2. Градостроительная доктрина Российской Федерации. - М.: ЗАО «Экон-информ», 2014.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ В Г. НОВОСИБИРСКЕ

В.Д. Удинцев, О.Г. Смолина  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
zelenoest-vo@mail

*На основании проведенного комплексного анализа Отечественного и зарубежного опыта модернизации транспортной инфраструктуры, предложены научно-практические рекомендации, позволяющие повысить безопасность улично-дорожной сети в г. Новосибирске.*

**Ключевые слова:** пешеходные переходы, доступность среды

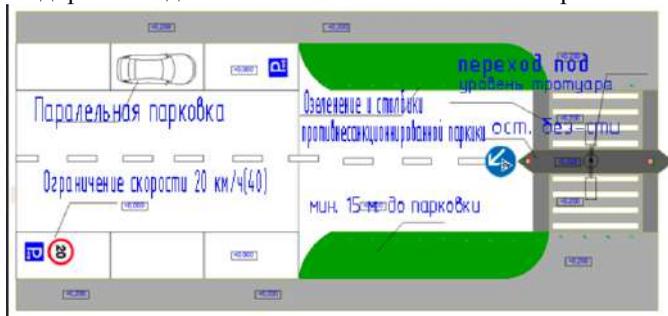
**Введение.** В России на дорогах, по статистике погибают в ДТП в 3-6 раз больше, чем в Швеции [1][2], что подтверждает необходимость модернизации транспортной инфраструктуры, в частности, пешеходных переходов. *Новизна исследования* заключается в комплексном анализе пешеходных переходов в России и Европейском союзе. Заявлена новая концепция проектирования пешеходных переходов в г.Новосибирске.

**Анализ недостатков существующих пешеходных переходов и способы их модернизации.** Основные недостатки пешеходных переходов, в сравнении с Европейскими, это, во-первых, *недоступность среды, и невидимость самого пешехода при преодолении этого перехода*, во-вторых, *невыполнение ГОСТа при регулировании пешеходного потока*, вместо переходов происходит

установка ограждения [3]. В-третьих, установка надземных и подземных переходов в черте города также негативно сказывается на безопасности [4]. В-четвертых, высокая разрешенная скорость в черте города, способствует большой смертности пешеходов. [2] В-пятых, освещение дорожных знаков, а не самого перехода, способствует отвлечению внимания водителя. А также неиспользование существующих современных Российских наработок в транспортной инфраструктуре [5].

**Рекомендации по проектированию пешеходных переходов в городской среде.** Важнейшим параметром при проектировании пешеходных переходов является снижение скорости до 30 км/ч в жилых зонах, а также при высокой пешеходной пропускной способности пешеходного перехода при их ширине в 6 м [2]. Не маловажным параметром является использование приподнятых до уровня тротуара переходов и установка освещения на высоте 3 м с другим световым оттенком, который отличается от того, который используется для автомобилей. Кроме этого установка островков безопасности и усложнение геометрии дорожной сети, ограничение парковки у пешеходных переходов и поворотов, демонтаж ограждений и установка пешеходного перехода там, где высокий пешеходный поток. Также для доступности среды необходимо своевременно проектировать пандусы с уклоном до 5 процентов и достаточной установкой времени для пешеходного перехода.

**Вывод.** Была проведена апробация полученных результатов исследования, так на рис. 1 представлен проект-концепт с учетом всех требований, предъявляемых к пешеходным переходам. Данный концепт-проект был реализован на базе ул. Толбухина для школы №59. Пешеходный переход запроектирован полностью по нормам РФ, с учетом доработок для его большей безопасности и эргономичности.



**Рисунок 1 – Концептуальный проект по модернизации пешеходного перехода возле школ**

## Список литературы

1. Госавтоинспекция - [Электронный ресурс]. -<https://гибдд.рф>
2. Vision Zero — шведская программа по повышению безопасности дорожного движения и снижению смертности в ДТП [Электронный ресурс]. -[https://ru.wikipedia.org/wiki/Vision\\_Zero](https://ru.wikipedia.org/wiki/Vision_Zero)
3. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля (с Поправкой) - Российский дорожный научно-исследовательский институт, 2017.
4. Варламов И.А, Кац М.Е. Вредный надземный переход на улице Свободы в Москве [Электронный ресурс]. - <https://varlamov.ru/804100.html>
5. STRELKA КБ Свод принципов комплексного развития городских территорий – 2019. - 300 с.

### **ПРОБЛЕМЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА ЖИЛЫХ РАЙОНОВ В БОЛЬШИХ И МАЛЫХ ГОРОДАХ НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОСИБИРСКА И Г. ОБЬ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

М.А. Харченко, В.М. Подакова, Д.Р. Филинова, Г.И. Лесных  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры дизайна и искусств  
[masha\\_harchenko@mail.ru](mailto:masha_harchenko@mail.ru)

*Данная научная работа посвящена выявлению и сравнительному анализу проблем благоустройства жилых районов в больших и малых городах на примере г. Новосибирска и г. Обь. Также проводится качественная оценка удовлетворенности жителей выше названных городов уровнем благоустройства урбанизированной среды. По итогу авторами научной работы предлагаются возможные пути решения двух наиболее значимых проблем, рассмотренных в процессе исследования.*

**Ключевые слова:** *жилая архитектура, объекты повседневного обслуживания, урбанизированная среда*

На сегодняшний день благоустройство урбанизированной среды является одной из наиболее значимых задач, которые стоят перед современными архитекторами. Являясь одновременно студентами архитектурного факультета и непосредственно жителями городов Новосибирской области, мы, как никто другой, заинтересованы в:

- качественной оценке текущего уровня благоустройства жилого пространства;
- анализе мнений граждан, проживающих на исследуемой территории;
- поиске оптимальных путей решения актуальных проблем.

Благоустройство территории - комплекс мероприятий по инженерной подготовке и обеспечению безопасности, озеленению, устройству покрытий, освещению, размещению малых архитектурных форм и объектов монументального искусства.

В своей научной работе мы будем освящать следующие проблемы:

- особенности экологической обстановки в больших и малых городах и влияние экологии на благоустройство жилых районов;
- проблема доступности объектов повседневного обслуживания и компоновки жилья на основе организации комплексного социально-культурного обслуживания населения (пешеходная доступность объектов обслуживания, зон отдыха);
- транспортное обслуживание жилых территорий (проблема загруженности дорог в больших городах и недостаточный уровень транспортного обслуживания в малых, разведение пешеходного и транспортного движения);
- архитектурно-художественная выразительность жилой застройки больших и малых городов, ансамблевость (единая архитектурно-градостроительная композиция застройки).

Исследование мнения граждан относительно вопросов благоустройства жилых районов, в которых они проживают – неотъемлемая часть работы при подготовке успешной застройки жилых районов, комфортных для дальнейшего в них проживания.

### **Социологический опрос**

*Целью данного опроса является оценка удовлетворенности жителей больших и малых городов уровнем благоустройства урбанизированной среды и непосредственно связанным с ней качеством жизни, а также провести сравнительный анализ результатов, полученных от респондентов г. Новосибирска и г. Обь*

*Опрос анонимный и состоит из 19 вопросов, из которых 15 вопросов в тестовой форме (выбрать один или несколько вариантов из предложенных), 3 вопроса представлены в виде шкалы (оценка удовлетворенности по 5-балльной шкале) и 1 вопрос в открытой форме (для пожеланий/предложений по благоустройству жилых районов).*

*Для анкетирования выбраны респонденты в возрасте от 18 лет включительно, проживающие в г. Новосибирске или г. Обь.*

Ссылка на опрос в Google Форме:  
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdlPM17HG4mcdJw\\_F3DATOAXij3Kyl8dBuNXDqqlafskXJiT/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdlPM17HG4mcdJw_F3DATOAXij3Kyl8dBuNXDqqlafskXJiT/viewform?usp=sf_link)

Комплексный анализ результатов исследования позволит сделать вывод, какие именно проблемы больше всего волнуют жителей г. Новосибирска и г. Обь.

### **Список литературы**

1. Березина Е.А. Жилой двор в Сибирском городе / Е.А. Березина. Новосибирск. 2008.
2. Владимиров В.В. Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий / В.В. Владимиров, Г.Н. Давидянц, О.С. Расторгуев, В.Л. Шафран. М.: Архитектура-С. 2004.
3. Казнов С.Д. Благоустройство жилых зон городских территорий / С.Д. Казнов. М.: АСВ. 2009.
4. Методические указания и программа-задание к курсовому проекту. Новосибирск. 2018.
5. Приказ Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2011 г. № 613 "Об утверждении Методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территорий муниципальных образований".
6. Приказ Минстроя России от 13.04.2017 N 711/пр "Об утверждении методических рекомендаций для подготовки правил благоустройства территорий поселений, городских округов, внутригородских районов".

## **СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЗА РУБЕЖОМ (НА ПРИМЕРЕ ИТАЛИИ)**

А.Е. Ховрина, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
[sjbvernissage@gmail.com](mailto:sjbvernissage@gmail.com)

*Цель работы состоит в рассмотрении современной организации градостроительного планирования в Италии и выявлении вектора его развития. Достижение цели осуществляется путем ознакомления с оригинальными источниками, представленными в виде научных трудов итальянских архитекторов. Одной из задач является перевод и адаптация статей на итальянском языке, а также анализ*

*зарубежного опыта городского планирования и сравнение его с отечественным.*

**Ключевые слова:** урбанистика, планирование, Италия, иерархия, субсидиарность, законодательство

Градостроительство в Италии проходило интересные и сложные этапы на пути своего развития. Если обратиться к истории, то можно увидеть, что оно возникло как самостоятельная дисциплина только после промышленной революции.

Основным законодательством о планировании является городской закон №1150 от 17 августа 1942 года (LUN), предоставивший общий муниципальный градостроительный план (PRGC). Этапы современного планирования тесно связаны не напрямую с архитектурой, а с такими дисциплинами, как социология, экономика, геология, политика и др [1].

По сути, концепции современного городского планирования работает как единое целое, которое можно сравнить с четырехмерной матрицей: пространственные измерения и время.

Нынешняя градостроительная обстановка в Италии представляет собой переход от традиционной иерархической модели вертикального планирования «сверху вниз» к новым реформированным планам, основанным на концепции субсидиарности и планировании «снизу вверх».

Принцип субсидиарности подразумевает, что решения, задачи и функции выполняются как можно ближе к гражданам и их социальным объединениям [1].

Многие административные функции сегодня переданы местным органам власти. Центральным органам государства поручено лишь выполнять руководящие и координационные функции.

С постепенным исчезновением иерархии планов, городская дисциплина часто регулировалась самореференциальными выборами и инструментами. Но во избежание анархии и беспорядка в её основу всё же вводился «иерархический принцип».

При использовании субсидиарной модели, инструменты, размещенные на нижней ступени, получили возможность модифицировать инструменты верхней ступени. Для каждого отдельного субъекта был введен ряд ограничивающих постановлений, которые предоставляют определенную свободу при распоряжении и модификации отдельных территорий, но также вносят определенный порядок и способствуют более эффективному использованию физического пространства, повышая уровень синергии и гармоничности планов в масштабах всей страны.

Преодоление иерархической модели в отношениях между планами и введение модели соглашений частично смещает внимание от содержания планов к механизмам взаимодействия между ними на разных уровнях и делает акцент на общую эффективность управления градостроительным процессом.

Субсидиарная модель способствует созданию единой и органичной территории, которая не могла бы возникнуть в результате простого суммирования различных муниципальных планов. Но всё же устаревшая градостроительная модель всё еще существует. В основном она представлена регионом Ломбардия (и частично Венето).

В Италии по сей день действует градостроительный закон, принятый в 1942 году (LUN), который продвигается в национальном масштабе[1].

Тем не менее, градостроительная деятельность в Италии имеет прогрессивный и современный вектор развития, способствует синергии и гармоничному взаимодействию большинства отдельных территорий (провинций, регионов).

Это позволяет полагать, что в скором времени произойдет окончательный переворот градостроительной модели «сверху вниз», и все провинции Италии будут придерживаться принципов современной градостроительной концепции, выраженной в субсидиарной модели территориального планирования.

### **Список литературы**

1. *Imbessi P.* ТЕ4. – Napoli: Superare l'esame di Stato per Architetti, 2017.

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ МОДУЛЬНОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА В ПРИБЛИЖЕНИИ К УЛ. ЛАЗУРНАЯ Г. НОВОСИБИРСКА**

**И.А. Савина, А.А. Чебакова, В.С. Шульгина**  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)

Каждый раз просить проектировщиков придумывать новые общественные пространства слишком дорого, поэтому мы решили помочь им, сделать универсальные площадки, модули которые собираются по типу конструктора и подойдут для любой местности.

Мы провели первый тест на работоспособность этой концепции в пгт арти используя модули в форме, соты радиусом 5 и 8 метров и по итогу обнаружили, что соты с такими размерами сложно

комбинировать в стесненных условиях, а варианты комбинаций выглядели довольно скучно и однообразно.

Следующая наша попытка включала в себя уже 3 типоразмера сот. Площадь элементов мы подбирали уже с учетом минимальной площади для отдыха населения в соответствии с нормами и правилами комплексного благоустройства территории. В итоге получились соты радиусами 5, 7 и 9 м, а также дополнительные треугольные сегменты. Это позволило составлять более интересные варианты как для маленьких пространств, на пример жилого двора в городе карасюк, так и для крупных площадей. Но теперь проблема - в значительном количестве исходных элементов, которая проявляется в том, что изменение размеров площадок не пропорционально изменению функций, а применение треугольных элементов не совсем рационально, так как его полезная площадь достаточно мала.

Окончательный вариант представляет собой использование, как отдельных комбинаций сот, так и различных вариантов этих сочетаний. Остановились на радиусе сот 3 м, так как посчитали, что такой площади достаточно для размещения минимальной инфраструктуры (нужд). Полученный элемент мы принимаем за некую единицу, из которой впоследствии составляем различные комбинации и варьируем необходимую площадь.

Собирая комбинации, мы каждый раз можем получать новые интересные сочетания. Сборка конструктора проводится в 2 этапа.

На первом этапе мы задаем функции будущих площадок, определяем их наполнение, а также цветовое решение.

Второй этап включает в себя комбинацию (сборку конструктора), расположение площадок на местности (а именно по горизонтальной и вертикальной плоскости).

Наполнение площадок зависит от их назначений.

Таким образом, появляются зоны для отдыха и развлечения детей разных возрастных групп, которые соединяются друг с другом и способствуют социальной адаптации. Все они направлены на получение новых впечатлений и дают возможность для развития интеллекта и познаний в окружающем мире. ( Головоломки с природными материалами. Водой, песком).

Физические нагрузки на свежем воздухе пробуждают тело и укрепляют дух. Для этого созданы комбинации сот для занятия спортом. Модернизация спортивной площадки позволит молодежи района реализовать свои потребности в занятиях любимым видом спорта в любое время года.

Зоны тихого отдыха дадут возможность расслабиться и разнообразить свой досуг различными настольными играми, а для отдыха взрослого населения будут устроены беседки, а также зона барбекю с грилями и уличной мебелью.

Не стоит также забывать и о домашних питомцах. Для них также существуют специализированные площадки, оснащённые ограждением и специальным оборудованием.

Зоны озеленения также могут быть с различными функциями: защищать от солнца, шума и пыли. Они придают эстетичность, и кроме того являются домом для животных, птиц и насекомых позволяя наблюдать взрослым и детям за живой природой.

В зоне специального назначения будут установлены места для сбора мусора, общественные туалеты, парковка для посетителей, а так же необходимые административные помещения и пункты охраны.

Что касается реализации данной концепции, мы решили показать на примере озера в приближении к ул. Лазурная г. Новосибирска, так как жители данного района сами пытаются организовать новый парк отдыха.

С помощью конструктора можно сформировать общественные пространства любого формата (площадь и комбинации сот позволяют это сделать). Это может быть большой парк, сквер, площадь, набережная, так и двор жилого дома, небольшое пространство в городе вдоль улицы, площадка перед кафе. Для реализации Мы решили выбрать место с которым мы сами знакомы, озеро в приближении к ул. Лазурная г. Новосибирска, так как равнодушные жители данного района сами пытаются организовать новый парк отдыха.

Местные жители проявляют большую инициативу: сами выходят на субботники, предлагают свои проекты по благоустройству и проявляют активность в социальных сетях. Кроме того, даже в таком текущем состоянии, туда приходят люди, чтобы отдохнуть и прогуляться с детьми. Это однозначно говорит о том, что этому месту необходимо благоустройство, но при этом не требующем больших вложений. (Такое как наше - недорогое и качественное).

В Китайском городе Тяньцзинь реализован проект рекультивации территории бывшей мусорной свалки под природный парк. Учитывая сильно заболоченную и непригодную для выращивания многих растений почву, были посажены неприхотливые растения, выживающие почти в любых условиях. Эту ситуацию очень похожа на нашу.

Мы провели анализ местности вокруг и поняли, что в радиусе 1,5км нет ни одного места рекреации, а ближайший парк сад мичуринцев

является огородом НГАУ. Пешеходная доступность к озеру очень ограничена и на данный момент имеет один вход со стороны гаражей. История озера началась вместе с зарождением мжк Восточный в 1980-е годы. Часть территории, использовалась населением для погребов. Сейчас большая часть погребов обвалилась и озеро похоже на свалку. Озеро находится в низине, и к нему необходимо обеспечить пешеходную доступность, в том числе и для маломобильных групп населения, сделать входы с основных улиц, Существующее озеленение дополнить неприхотливыми растениями.

Зона активного отдыха представляет собой площадки с игровыми и развивающими комплексами для детей разных возрастов, грамотно расположенных спортивных площадок. Прогуливаясь по дорожкам люди смогут наблюдать за местной разнообразной флорой и фауной, для которых будут обустроены площадки с ремизами, дорожки приближаясь к озеру будут превращаться в мостики на сваях с которых можно увидеть уток и даже ондатр, не нарушая их естественную среду обитания. Для прогулок в вечернее время набережная будет освещаться светодиодными фонарями. Парк обустраивается парковками индивидуального транспорта, в том числе с оборудованием специальными конструкциями для велосипедов, обеспечение условий доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения.

## СОВРЕМЕННОЕ СЛУЖЕБНОЕ АРЕНДНОЕ ЖИЛЬЕ: ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ В НАУКОГРАДАХ СИБИРИ

Д.Э. Штейгер, Ю.И. Тарасова  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
yulyta@yandex.ru

*В России на протяжении последних нескольких десятилетий формируется социально-экономический класс заказчика арендного жилья. Сегодня в этом классе выделяется особенная группа – служащие и, в частности, научные сотрудники. В работе раскрываются предпосылки формирования спроса на служебное арендное жилье этой группой населения, выявленные на основании проведенного социологического опроса в наукограде Кольцово. Рассматриваются современные тенденции формирования арендного жилья для научных сотрудников - с интегрированным рабочим пространством.*

**Ключевые слова: городское жилище, арендное жильё, служебное жильё, интеграция, дом-офис**

Арендное жильё – это частное владение, строящееся с целью сдачи внаем квартир и различных помещений, которые могут включаться в его планировочную структуру [1].

В России внедрение арендного сектора жилья на практике сталкивается с определенными законодательными, социально-экономическими и историко-культурными особенностями, которые тормозят его развитие как типа жилья [2]. Тем не менее, спрос на него сегодня есть и повышается, особенно среди служащих и работников научной сферы.

На данный момент служебное арендное жильё в нашей стране – скорее явление, чем полноценный сформировавшийся рынок. В подавляющем большинстве оно представлено двумя категориями: малобюджетными общежитиями или жильём премиум класса. Этого спектра предложений и их качества недостаточно в условиях формирования привлекательной и комфортной среды для жизнедеятельности в сибирских наукоградах Сибири [3].

Отметим основные предпосылки формирования служебного арендного жилья в наукоградах Сибири, выявленные на основании социологического опроса в Кольцово:

- нехватка комфортных жилых структур с прозрачной схемой сдачи квартир приглашенным или постоянно работающим сотрудникам;
- доминирование неофициальных схем и частных собственников на рынке арендного жилья, что отпугивает серьезные компании;
- необходимость в создании условий, при которых взаимодействие работодателя и приглашенного сотрудника не будет осложняться поиском места для проживания, а в некоторых случаях, позволит совмещать место работы с местом проживания;
- потребность в максимально благоприятной экосистеме – городской среде для деятельности научных работников, для разработки и коммерциализации новых технологий, включающей многофункциональные жилые комплексы (МФЖК), в состав которых будет входить арендное жильё.

В мировой практике с начала 2000-х годов идет активная реализация новых функционально-пространственных концепций, направленных на совмещение жилья и места работы. Современная «традиционная схема организации рабочего процесса преобразуется в направлении интеграции физического и виртуального пространства, что задаёт

качественно иной подход к моделям взаимодействия офисной и жилой сред [4].

Несмотря на определенные законодательные и социально-экономические сложности введения арендного жилья на цивилизованный рынок недвижимости, потребность на него в сфере служащих и их работодателей имеется. Особенно актуальным это становится среди научных сотрудников. Кроме этого, потребность есть и к уровню комфорта этого типа жилья. Поэтому вопросы архитектурно-пространственной организации арендного служебного жилья требуют дальнейшей разработки.

### **Список литературы**

1. Тарасова Ю.И. Характеристика социальной группы арендаторов жилища в современной России // Сборник тезисов докладов Межвузовской научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири». Новосибирск: НГАХА, 2005. С. 72-73.
2. Гареев И.Ф., Зарипова. Н.М. Проблемы развития рынка арендного жилья в отечественной экономике // Российское предпринимательство. - 2014. - №20(266). - С. 81-91.
3. Горюшкин А.А. Строительство арендного жилья: проблемы и перспективы // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2014. - №1.
4. Камалова К.В. Интеграция рабочего пространства в жилую структуру, её трансформация и развитие // Academia. Архитектура и строительство. - 2016. - №4.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абраменков Д.Э.	213	Боченков Е.С.	34
Абсалямов Р.М.	235	Брезгина А.С.	3
Акилина А.С.	175	Брум Д.А.	81
Акимов М.И.	388	Бугаева И.А.	320
Алехин А.С.	144	Бутаков Н.П.	390
Алиева Н.П.	197	Бычев Ю.П.	361
Алимбекова М.Ф.	128	Вайлерт А.А.	279
Андрияшин С.Н.	237	Вашлаева О.В.	5
Андрющенко Е.В.	218	Величко Д.В.	140
Аннакулов А.	3	Величко Д.В.	157
Антонов А.А.	306	Верещагина А.С.	41
Анферов В.Н.	150	Веригина А.А.	7
Анфилофьев А.А.	114	Веселов А.С.	220
Артюхова Е.В.	177	Видеман Ф.А.	365
Арышев Н.С.	148	Волошкина А.С.	10
Астраханцев В.Д.	322	Воронина Ю.А.	197
Аульченко В.М.	367	Гаар Н.П.	45, 60
Байшуаков А.Т.	307, 309	Гадалов И.Н.	339
Байыр-оол А.В.	311	Гайнанова А.Р.	125
Балчугов Д.В.	297	Галтер Д.С.	175
Банул А.В.	61	Герасимова А.А.	322
Басалаева А.А.	114	Гилета В.П.	39, 51
Батура В.К.	313	Гимадеев А.Р.	242
Бауэр С.С.	7	Гладкий Д.А.	244
Бахтин С.А.	179	Глазков Д.В.	283
Бегунович А.А.	177	Глотов В.А.	134
Бедарев И.А.	25	Глотов Н.В.	134
Белкин А.А.	19	Глушак А.А.	367
Белкова Д.Н.	239	Гоголева А.В.	301
Белозерова О.Д.	388	Голдаева А.В.	183, 281
Белоруцкий Р.Ю.	374	Головин В.А.	318
Белоусов А.Д.	315	Гребенюк Г.И.	106
Беляева Н.А.	318	Грибоедов Н.С.	246
Белянский Д.С.	130	Гриднева Ю.М.	136
Бизяев А.А.	368	Гришиенко Ю.П.	116, 117, 121
Бихерт Д.Ю.	93	Гросс А.В.	378
Бобровская А.С.	181	Грязнова Т.Н.	17
Богатырева Т.В.	27	Гужов В.И.	23, 230
Богданович С.В.	167	Гусева О.В.	392
Боинская А.А.	95	Давыдов А.В.	222
Бокарев С.А.	203	Данилов М.Н.	17, 30
Бондарев Э.С.	132	Деменков И.О.	324, 336
Борисова Е.В.	241	Дементьева А.А.	326
Боровикова Н.В.	390	Довбня А.С.	138
Ботвинков А.В.	220	Долецкий А.В.	283

Домнин А.С.	159	Кийченко Т.С.	100
Донская А.Е.	328	Киселев А.А.	67, 85, 89
Достовалов Н.Н.	363	Киселев А.В.	361, 382
Дубровский А.В.	318, 320	Клещин В.И.	102
Дымов И.С.	257	Климова Е.В.	142, 164
Евдокимов Е.В.	37	Кобецкая А.В.	324, 336
Евстигнеев А.А.	140	Кобзев Е.Е.	257
Ежов А.О.	30, 394	Коваленко М.И.	191, 338
Еланакова В.А.	248	Коваленко Р.К.	172
Ерохин Г.П.	405	Кожин М.В.	311
Ефимова О.А.	250	Козин А.В.	224
Ефремов В.Е.	12	Кокорина И.П.	311, 345, 359
Жендарева Е.С.	138, 145, 169	Коксегенова А.Т.	80
Жигалин Д.В.	83	Колесников А.А.	307, 341
Житник С.В.	374	Колкер А.Б.	32
Жукова А.П.	329	Коломеец А.О.	78
Жуланов В.В.	367	Комиссарова Е.В.	307
Жученко Т.Н.	396	Корбе В.Ю.	338
Заболоцкая К.А.	142	Королев К.В.	175, 189
Захарьяшев И.А.	39	Коростелев К.С.	363
Земляков Е.А.	252	Косенко С.А.	148
Зинков Р.И.	254	Косинкова Е.М.	104, 108, 140
Зиновьева Р.С.	301	Косточенко К.С.	14
Зинченко Е.С.	144	Котин Д.А.	248, 258
Зубанов Н.С.	384	Кохан А.О.	98
Зубарева А.В.	41	Кохан Е.П.	339
Зубкова А.А.	285	Коцкая С.И.	19
Иванов Е.О.	185	Кошевой А.Н.	157
Ивченко Г.Е.	98	Крапивина Е.Е.	334
Игликова Г.Ж.	145	Краснятов А.	257
Игнатова О.А.	130	Красовская А.Ю.	286
Ильина Л.В.	58	Кретинин А.Н.	187
Исакова Л.Г.	330	Кривоногова Д.А.	226
Истомин И.Е.	349	Кривченко Р.А.	150
Кавешников В.М.	235, 239, 244, 254, 272	Кримых Р.В.	376
Калачиков А.А.	373	Крутьен Е.С.	279
Калугин А.Л.	189	Кузнецов М.С.	65
Канакова А.Р.	398	Кузнецов С.А.	341
Карманова Т.Ф.	104	Куксина С.М.	193
Карташова К.В.	334	Кукшеев И.А.	85
Каргунова Н.О.	43	Кулик Е.Н.	309
Катальников Е.В.	187	Кунц К.Л.	285
Качесов В.В.	73	Курочкина Е.А.	400
		Кучер Е.С.	241, 263, 269
		Кущенко А.А.	258

Лаптева А.Н.	297	Наволоцкая А.В.	398, 400, 402,
Лапуха И.В.	260		411
Ларченко М.В.	169	Налесник А.А.	201
Ластовская Т.А.	343	Нарушевич А.Н.	195
Латышев Р.Н.	252	Насонов А.И.	51
Левина О.В.	215	Негреев А.И.	119, 293
Лежнев Е.В.	21	Некрасова Е.В.	89
Лесных Г.И.	409	Непомнящий Н.В.	157
Линовский С.В.	93, 102, 205	Непочатых А.А.	91
Литвинчук Е.Н.	261	Непочатых А.В.	91
Личманюк М.А.	45	Никитин В.Н.	3
Логотов К.Д.	119, 293	Никитина М.Е.	402
Ломакина А.С.	402	Никольский А.В.	106
Лопатин М.В.	67	Никулин А.В.	378, 386
Лоскутникова В.В.	47	Нишанов Ж.М.	227
Лукин А.А.	151	Новиков А.А.	155
Лукинова Н.Н.	153	Носов В.П.	159
Лысенко А.В.	345	Нуждин Л.В.	197, 199, 201
Любимов Д.Н.	21	Овсянников В.С.	23, 230
Люфт Н.А.	106	Опригова О.А.	306
Ляпунова В.М.	347	Осадчий А.М.	373
Мажуга С.В.	49	Отургашева Н.В.	396
Максименко Л.А.	191, 338	Ощепков З.П.	121, 124
Малинина А.Э.	153, 155	Ощепкова С.А.	32
Мандеш К.Ф.	183	Павлов А.В.	222
Маренкова Е.А.	65	Павская Е.С.	161
Мартынов Г.П.	75, 291	Панк Р.В.	162
Масленникова С.М.	288	Панькина А.С.	162
Маслов Е.Б.	108	Пауль О.Э.	269
Маслов Н.А.	128, 132	Педонова З.Н.	226
Матюхова Е.С.	263	Пермикин А.А.	14
Меженова Е.А.	161	Першина Ж.С.	22
Межинских М.С.	265	Пилипушка Л.Е.	164
Мелентьев О.Г.	83	Пименов А.Т.	37
Митрохина А.Д.	199, 201	Пинко П.И.	7
Мищенко А.В.	95	Пирумова И.В.	116, 117
Могильникова А.В.	75, 291	Пичкурова Н.С.	183, 211
Могунова Д.В.	330	Погожих С.А.	5, 10
Морозова Е.О.	195	Подакова В.М.	409
Мочалов А.А.	267	Полонянкин Д.В.	203
Муратова М.А.	73	Попов В.А.	12
Мухамедишин Т.А.	22	Попова И.А.	19
Мухранов А.В.	303	Пошивайло Я.Г.	324, 336
Мятеж А.В.	273	Прокопенко Д.С.	271
Мятеж С.В.	237, 265, 275	Пронин С.Д.	136

Пятаев М.В.	151	Суриков Е.О.	380
Радзюкевич А.В.	394	Сухарева Е.П.	370
Радченко Л.К.	328, 347	Сухонцев И.С.	53
Рахвалов В.О.	272	Сухоруков С.А.	206
Рахимьянов А.Х.	47	Сысенко В.Т.	277
Родишев Д.Д.	69	Табанюхова М.В.	100
Рутковская М.О.	359	Таболина К.К.	27
Рябов В.С.	164	Таныгина Е.А.	338
Рязанова Д.А.	63	Тарасова Д.Г.	167
Рязанцев А.А.	288	Тарасова Ю.И.	416
Сабитов Т.И.	382	Тельманова А.С.	329
Савина И.А.	413	Титов М.М.	181, 206
Савиных И.С.	365, 376, 380	Тихонова Д.В.	297
Садкова У.К.	273	Ткачев Б.В.	63
Садовский А.А.	119, 293	Ткачева Е.А.	299
Сажин Ю.Ю.	205	Тропин Д.А.	34
Сазонов В.С.	349	Троян Д.А.	109
Санникова Н.П.	404	Труханов П.С.	136
Свиридов Д.Д.	53	Тузовский В.С.	405
Себелев И.М.	53	Уваров И.В.	386
Себешев В.Г.	98, 109	Удальцов Е.А.	286, 295
Севостьянов А.А.	153, 155	Удинцев В.Д.	407
Селихова В.С.	55	Утробина Е.С.	330, 315, 334
Семенова М.М.	58	Ушакова Е.О.	351
Семенова Ю.С.	43, 49	Фадеева Е.А.	109
Сергеева А.С.	351	Фазльев Д.М.	257
Силищева С.М.	167	Федоренко В.А.	112
Сингизин И.И.	275	Ференц Е.Р.	122
Сластная Д.А.	25	Филинова Д.Р.	409
Смирнова О.Е.	55	Филиппов В.В.	60
Смирнягин И.И.	368	Фоменкова Д.А.	169
Смолина О.Г.	392, 404, 407	Харинова Н.В.	100
Соколова П.А.	17	Харланова М.М.	209
Соколы Е.В.	41	Харченко М.А.	409
Соловицкий А.Н.	349	Хасанова К.Р.	116, 124
Соловцова Д.П.	353	Ховрина А.Е.	411
Соловьев Л.Ю.	112	Холодкова Л.А.	77
Сопов В.И.	260	Цельмер Я.П.	231
Сотникова А.Ю.	341	Цыганенко О.Ю.	61
Спирина Е.В.	104, 108	Чебакова А.А.	413
Стахнёв Я.О.	189	Чернавин Р.В.	112
Степанов М.А.	370, 384	Черникова О.С.	28
Стёпин Н.А.	73	Четвертакова Ю.С.	28
Сторожко И.В.	286, 295	Чирва К.М.	179
Сумина Д.А.	78	Чубрикова О.В.	313, 339, 343

Чухрий А.Д.	277	Штейгер Д.Э.	416
Шаланкова А.Г.	211	Шульгина В.С.	413
Шапова А.А.	400	Шурыгина Е.Ф.	359
Шафрай К.А.	209	Щеголихин А.М.	172
Шахов С.А.	177, 281, 299	Щербакова С.А.	299
Шелковникова А.И.	213	Щетинин Ю.И.	224
Шестопалова А.Д.	63	Экова А.А.	215
Шибарева Е.К.	71	Юрченко М.Д.	65
Ширалиев С.Д.	95	Юстус С.А.	125
Шиф В.Б.	77, 80, 81	Яковлева Е.И.	301
Шмелев В.Л.	363	Ярославцев М.В.	246, 250, 252
Штанг А.А.	261, 271	Яшнов А.Н.	185, 193

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ**  
**27 РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**Часть 2**  
**Сборник научных трудов**

*Под редакцией Соколовой Д.О.*

Подписано в печать 12.11.2019. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.  
Тираж 50 экз. Уч.-изд. л. 24,64. Печ. л. 26,5. Заказ № 24. Цена договорная

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20