



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

# «Выставка инноваций – 2016 (весенняя сессия)»

## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XXI Республиканской выставки-сессии  
студенческих инновационных проектов  
(13.04.2016 г.)

Ижевск, 2016

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «ИЖГТУ ИМЕНИ М. Т. КАЛАШНИКОВА»**

**«Выставка инноваций – 2016  
(весенняя сессия)»**

**XXI Республиканская выставка-сессия  
студенческих инновационных проектов**

**Ижевск  
(13 апреля 2016 г.)**

**Сборник материалов**

Ижевск, 2016

УДК 62(06)  
ББК 30у  
С23

## Редакционная коллегия

Председатель: Коршунов А.И., д.т.н., профессор, проректор по научной работе; Дресвяников Д.Г., начальник УНИР; Тюрин А.П., заместитель начальника УНИР; Алиев Э.В., к.т.н., доцент кафедры «Управление качеством»; Васильченко Ю.М., к.т.н., доцент кафедры «Химия и химическая технология»; Горохов М.М., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы»; Самохвалов А.В., к.т.н., доцент кафедры «Вычислительная техника»; Токарев Ю.В., к.т.н., доцент кафедры «Геотехника и строительные материалы»; Копысов А.Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Радиотехника»; Мурашов С.А., к.т.н., доцент кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики».

## Ответственный за выпуск

Тюрин А.П., д.т.н., профессор, заместитель начальника  
Управления научно-исследовательских работ

«Выставка инноваций – 2016 (весенняя сессия)» [Электронный ресурс] : электронное научное издание : сборник материалов XXI Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 13 апреля 2016 г. / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». – Электрон. дан. (1 файл : 7,8 Мб). – Ижевск : изд-во ИННОВА, 2016. – 138 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat Reader 6.0 и выше – ISBN 978-5-9906851-4-7.

Сборник составлен из статей, раскрывающих содержание научных и инновационных проектов аспирантов, магистрантов, молодых ученых и студентов ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» и вузов-партнеров, выполненных в области приоритетных направлений развития науки и техники. Итоговое мероприятие проходило 13 апреля 2016 года. Экспертная оценка и рецензирование проектов выполнялись утвержденной экспертной комиссией.

УДК 62(06)

## Содержание

<i>Абрамова Е.С., Пудов И.А., Сычугов С.В.</i> Исследование влияния нитрата кальция на динамику набора прочности цементного бетона .....	6
<i>Абросимова М.В., Изюрьев И.А.</i> Применение схем инвестирования в жилищное строительство на примере Удмуртской Республики .....	12
<i>Бекмансурова А.Р., Алиев Э.В.</i> Линейный генератор переменного тока для бытовых нужд.....	18
<i>Бердникова А.В., Ившина Л.И.</i> Проблема размещения парковок в центральной части города .....	20
<i>Бутусова А.В., Семенова С.В.</i> Адаптация динамического метода оценки конкурентоспособности организаций к строительной отрасли .....	24
<i>Гольцова О.Б., Болтачева Ю.И.</i> Оптимальный выбор технологического процесса по определению модуля деформации дисперсных грунтов .....	28
<i>Девятова А.С., Кузнецова Д.Д., Романова М.В., Санду О.М.</i> Дизайн-проект благоустройства территории «Учебно-спортивного центра ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», с. Галево .....	34
<i>Жулдыбин Е.К., Поздеев И.Л.</i> Об актуальных вопросах преподавания дисциплины «Правовое регулирование оборонно-промышленного комплекса».....	38
<i>Зайцев А.В., Чернышев А.С., Кишкан К.И., Стукач В.Н.</i> Реконструкция моста через реку Иж по ул. Свердлова в г. Ижевск.....	40
<i>Измаилов И.Р., Шиляев С.А.</i> Разработка технического решения по переоборудованию велосипеда в электровелосипед .....	46
<i>Казакова Л.В., Санду О.М.</i> Дизайн проект экопарка в микрорайоне «Старый аэропорт», г. Ижевск .....	51
<i>Кисляков К.А., Кисляков М.А., Симаков Н.К.</i> Классификация геосинтетических материалов и области их применения в дорожном строительстве.....	53
<i>Коробейникова М.В.</i> Методика оценки целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства.....	63
<i>Кошелева Ю.С., Коробейников А.В., Егоров С.Ф.</i> Система проведения онлайн соревнований по спортивному бриджу.....	69
<i>Максимов К.В.</i> Мобильное приложение «ParKing».....	77
<i>Никитин А.В., Коробейников А.В.</i> Анализ событий корпоративной сети на основе графовых баз данных .....	79
<i>Переведенцев К.А.</i> Средства информационных и телекоммуникационных технологий в период тренировочной деятельности спортсменов .....	87
<i>Перевозчиков А.А., Писарев С.А.</i> Развитие роботизированных оружейных комплексов.....	90

<i>Петленко Ф.О., Ившина Л.И.</i> Многофункциональный вертолетный центр. Анализ функций и проектные предложения .....	96
<i>Созонова Н.А.</i> Анализ статистических данных о соответствии бюджетных мест инженерных направлений ИжГТУ имени М.Т. Калашникова потребностям предприятий города Ижевска .....	100
<i>Тратканова К.С.</i> Индивидуальная траектория выбора специальности в Вузе, с учетом требований всех заинтересованных сторон.....	105
<i>Тугбаева Ю.В., Якушев Н.М.</i> Строительство быстровозводимых церквей .....	109
<i>Хисамутдинов М.Ф., Сапожников Н.С., Попов Д.Н.</i> К расчету тепловосприятия пробной сферической частицы, движущейся в теплообменнике дробепоточного типа .....	111
<i>Шайхалисламова А.Ф., Михайлов А.Н., Первушин Г.Н., Яковлев Г.И., Токарев Ю.В.</i> Модификация гипсоцементно-пуццоланового вяжущего нанодисперсным порошком диоксида титана.....	117
<i>Шишкина С.Л., Манохин П.Е.</i> Алгоритм принятия ресурсосберегающих и энергоэффективных организационно-технологических решений при реконструкции общественных зданий.....	121
<i>Шушков А.А., Александрова Н.Л.</i> Определение физико-механических характеристик Ст.3, облученной ионами аргона при различных плотностях ионного тока.....	125
<i>Шушков А.А., Александрова Н.Л.</i> Исследование твердости и приведенного модуля упругости стали Ст.3, облученной ионами аргона.....	131

Абрамова Е.С., магистрант, e-mail: [abramzamzam@mail.ru](mailto:abramzamzam@mail.ru);

Пудов И.А., к. т. н., доцент;

Сычугов С.В., к. т. н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## **Исследование влияния нитрата кальция на динамику набора прочности цементного бетона**

**Аннотация:** В настоящей статье исследуется влияние нитрата кальция на структуру и свойства цементной матрицы. Установлено оптимальное содержание добавки в составе бетонной смеси, которое способствует достижению требуемых технологических свойств растворной смеси, а также повышению прочности цементного бетона в ранние сроки твердения.

**Ключевые слова:** нитрат кальция, ускоритель твердения, цементный бетон.

В строительной индустрии, в настоящее время, одним из перспективных направлений отрасли монолитного строительства является решение проблемы ускоренного набора прочности при твердении тяжелого бетона на основе портландцемента [2]. Также актуальной задачей остаётся получение высокой ранней прочности тяжелых бетонов на основе портландцемента при нормальных условиях твердения. И эта задача в полной мере не может быть успешно решена без использования в технологии бетона химических добавок, среди которых в настоящее время на первое место выходят ускорители твердения, обладающие специфическим воздействием на структуру и свойства бетонов [2]. В России бетоны высокой прочности недостаточно востребованы, но развитие рыночной экономики начинает изменять сложившуюся тенденцию на противоположную [3].

Научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования химической добавки «Nitcal/K», в качестве ускорителя твердения, повышающего на ранних стадиях, прочность тяжелого цементного бетона [4].

Целью работы является получение тяжелого бетона на основе портландцемента на гравийном заполнителе с достигаемой прочностью после 1-х суток нормального твердения не менее 25 МПа, при расходе портландцемента не более 490 кг/м<sup>3</sup> и с прочностью в проектном возрасте не менее 40 МПа.

Для исследования влияния добавок на свойства цементного теста и физико-механические показатели тяжелого бетона использовали портландцемент ЦЕМ I 42.5Н ОАО «Горнозаводскцемент», изготавливаемый по стандарту ГОСТ 31108-2003, состав которого приведен в табл. 1.

В качестве модифицирующей добавки применялся нитрат кальция «Nitcal/K» в соответствии с ТУ 2181-068-32496445-2010. Нитрат кальция представляет собой гранулы полусферической формы белого цвета, которые производятся посредством растворения фосфорнокислой извести в азотной кислоте с последующей нейтрализацией, фильтрацией, испарением и

гранулированием. Физико-химические свойства применяемой добавки приведены в табл. 2.

Таблица 1. Состав клинкера

Вид цемента	Минералогический состав клинкера в %			
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
Портландцемент ЦЕМ I 42.5Н ОАО «Горнозаводскцемент»	61,1	15,0	5,6	13,5

Применение нитрата кальция «Nitcal/К» в качестве добавки было обусловлено его широким использованием в цементных бетонах плотной структуры.

Нитрат кальция промышленного качества может использоваться в качестве добавки в бетон для решения разнообразных задач. Например, его применяют как:

- 1) ускоритель твердения
- 2) добавку, повышающую длительную прочность
- 3) добавку, предохраняющую от замерзания или добавку для бетонирования в зимних условиях
- 4) ингибитор коррозии стали, которую провоцирует присутствие хлоридов.

В первом варианте добавку вводят в малых дозировках (в пределах 0,5–2% сухой добавки к массе цемента), в 2-м и 3-м вариантах используют средние дозировки (1–2%), а последний вариант требует самой высокой дозировки (3–4%). Применение нитрата кальция в качестве ускорителя схватывания проверено практикой на протяжении многих лет, и побочные эффекты такого применения хорошо известны [5].

Таблица 2. Физико-химические свойства нитрата кальция

Наименование показателя	Нормативы
Химическая формула	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Массовая доля нитрата кальция, %, не менее	78
Массовая доля воды, %, не более	15,7
pH	5,7-7,3
Содержание Cl <sup>-</sup> , %, не более	-
Плотность, кг/см <sup>3</sup>	2,504
Дозировка, % от массы цемента	0,5-2

Для определения прочности при сжатии и изгибе тяжелого цементного бетона, на стадии лабораторных исследований, изготавливались образцы балочки размером 40×40×160 мм. В составы экспериментальных образцов дополнительно вводилось некоторое количество добавки в пересчете на концентрацию соли от массы портландцемента [6].

Добавка нитрат кальция «Nitcal/К» вводилась в состав тяжелого бетона на основе портландцемента в количестве 0,5-2 % от массы цемента. Составы ис-

следуемых образцов представлены в табл. 3, результаты испытаний на сжатие – на рис. 1.

Таблица 1. Контрольные и экспериментальные составы тяжелого цементного бетона, 1 м<sup>3</sup>

№ состава	Наименование образцов	Ц, кг	П, кг	Г, кг	В, л	Масса добавки, кг	В/Ц
1	Контрольные образцы	488	447	1264	195	-	0,4
2	Экспериментальные образцы с 0,5% «Nitcal/К» от Ц	488	447	1264	195	2,44	0,4
3	Экспериментальные образцы с 1% «Nitcal/К» от Ц	488	447	1264	195	4,88	0,4
4	Экспериментальные образцы с 2% «Nitcal/К» от Ц	488	447	1264	195	9,76	0,4

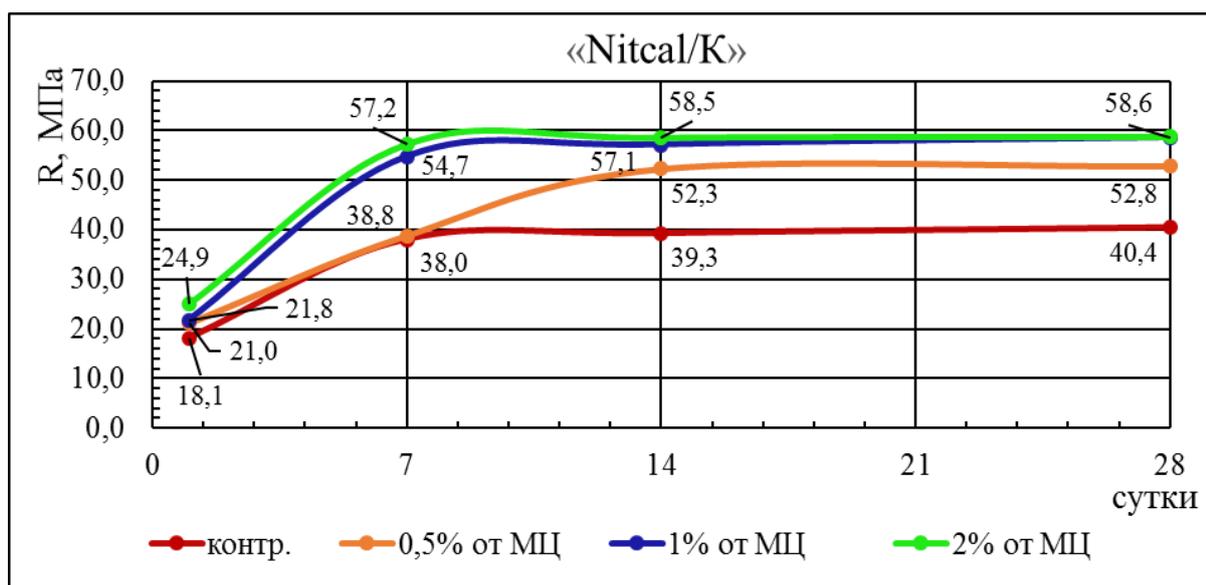
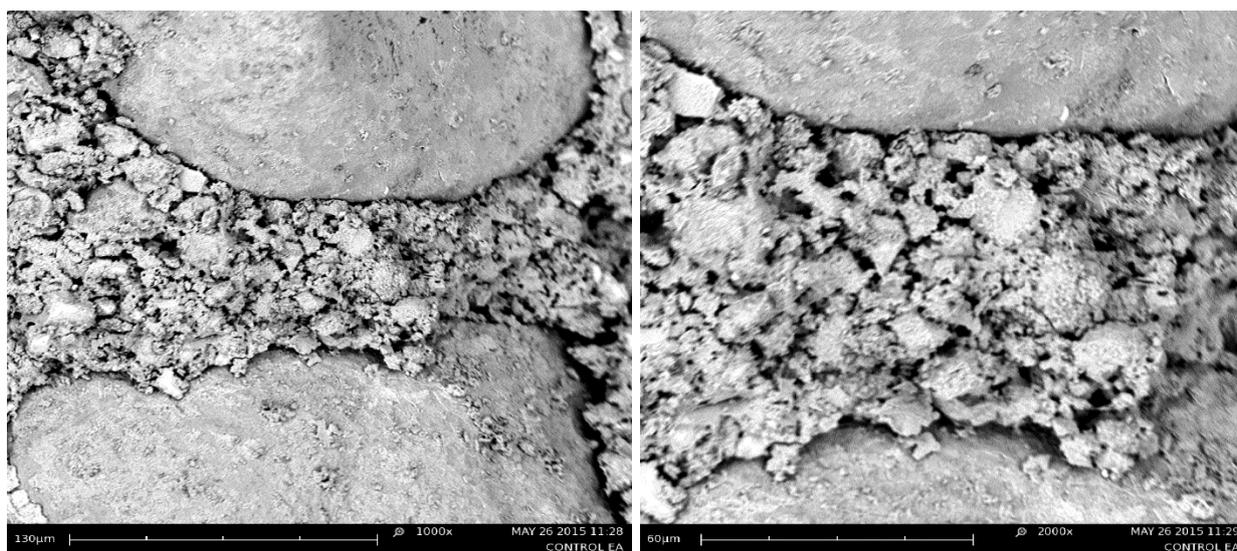


Рис. 1. Результаты испытаний по определению прочности на сжатие тяжелого цементного бетона

Проанализировав график можно сделать вывод, что при введении нитрата кальция, в количестве 0,5 % от массы портландцемента наблюдается повышение прочности на сжатие на 1 сутки – 16 % (21,0 МПа), на 28 сутки – 31 % (52,8 МПа). При добавлении 1 % добавки позволило повысить прочность в 1 сутки нормальных условий твердения на 20 % (21,8 МПа), а в возрасте 28 суток на 45 % (58,6 МПа) относительно контрольного образца. При введении 2% нитрата кальция на 1 сутки прочность повышается на 38% (24,9 МПа), а на 28 суток – 45% (58,6 МПа). Введение нитрата кальция в количестве 2 % не рационально,

так как на графике видно, что результаты добавления добавки в количестве 1 % и 2 % практически не отличаются. Следовательно, оптимальное количество введения нитрата кальция считается 1 % от массы портландцемента, при этом уменьшаются затраты на добавку. Это объясняется тем, что нитрат кальция в дозировке 0,5-1,2 % от массы портландцемента действует как ускоритель сроков схватывания при 20 °С и, таким образом, повышает прочность на ранней стадии (например, через 6-8 часов). Вследствие превращения небольшого количества аммония в нитрате кальция технического качества в амин, происходит превращение нитрата кальция из чистого ускорителя сроков схватывания еще и в ускоритель твердения. А при дозировках 1-2 % вводится для долгосрочного повышения прочностных характеристик бетона [7].

При проведенном анализе микроструктуры контрольных образцов (рис. 2) наблюдается нарушенная зона контакта между заполнителем и цементной матрицей в свежем сколе образца. Так же наблюдается большое количество аморфных образований в цементной матрице, которые также имеют меньшую площадь контакта с заполнителем. Локальную зону контакта можно наблюдать на снимках, которые показаны сглаженными белыми «пятнами».



*Рис. 2.* Микроструктура контрольного образца тяжелого бетона на основе портландцемента

При анализе микроструктуры образца, модифицированного нитратом кальция (рис. 3) видно, что величина аморфных образований, в сравнении с контрольным составом, значительно меньше. В данном случае образуется более прочная микроструктура цементной матрицы, которая, как предполагается, имела более пластичные свойства в процессе формирования первоначального каркаса, что, в свою очередь, способствует увеличению контактной зоны цементной матрицы с заполнителем и увеличению образования кристаллогидратов с одновременным уменьшением крупных аморфных дефектных фаз.

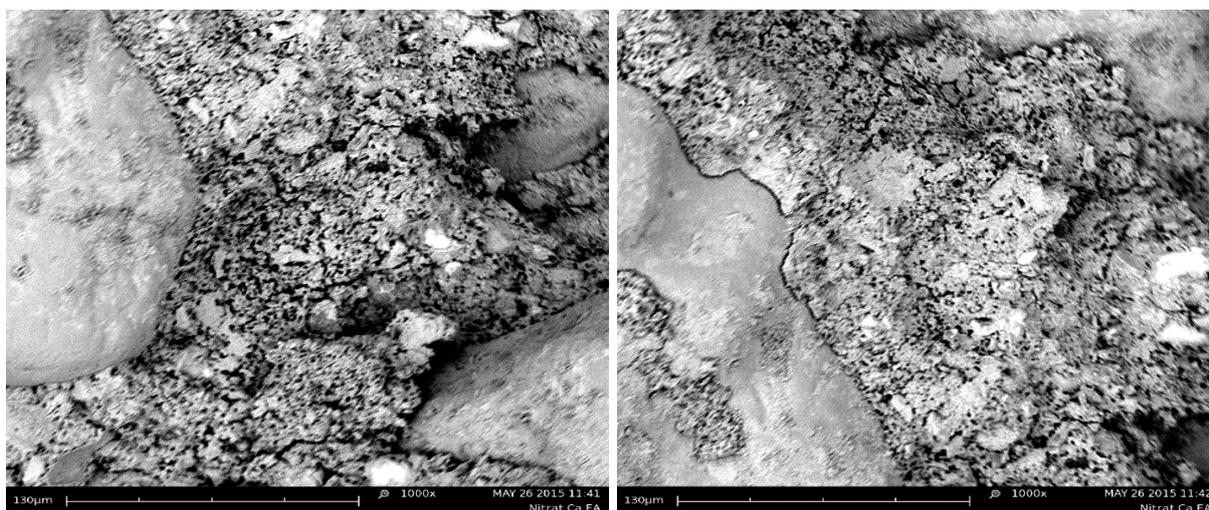


Рис. 3. Микроструктура модифицированного образца нитратом кальция «Nitcal/К» тяжелого бетона на основе портландцемента

При повышенной дозировке добавки нитрата кальция образуется первичный структурный каркас из игольчатых кристаллов двойных солей – гидратов и гидроксисолей, обрастающий затем гидросиликатами кальция, которые повышают прочность и микроармируют цементный камень [8].

ИК-спектральный анализ цементного камня (рис. 4) также выявил, что в области  $1411\text{ см}^{-1}$  происходит сдвиг пика для модифицированного образца в область больших частот. Пик соответствует карбонатам кальция и смещение этого пика в область больших частот может говорить об изменении окружения карбонатов кальция.

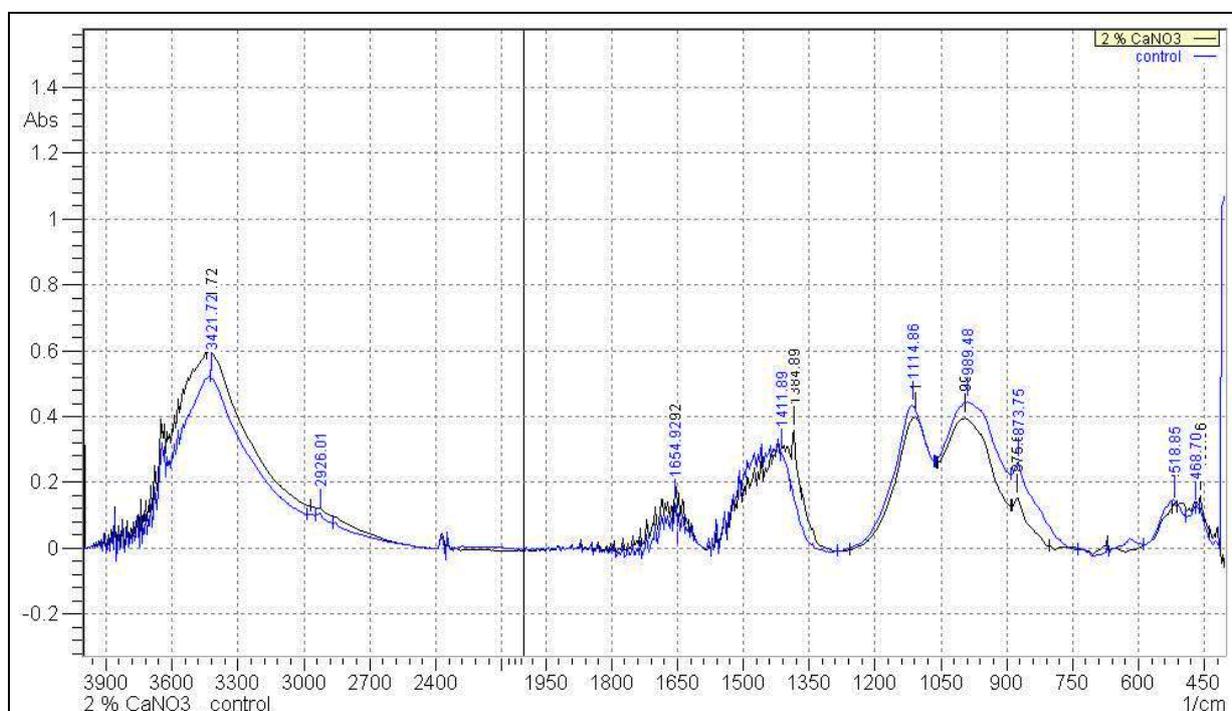


Рис. 4. ИК-спектры цементной матрицы тяжелого бетона на основе портландцемента в контрольном образце бетона (синий спектр), в тяжелом цементном бетоне, модифицированном нитратом кальция «Nitcal/К» (черный спектр)

Из рис. 4 видно, что происходит увеличение интенсивности линии поглощения в области  $3421\text{ см}^{-1}$ , соответствующей колебанию иона  $\text{OH}^-$ , так же происходит увеличение линии поглощения в области  $1654\text{ см}^{-1}$ , которая соответствует колебанию воды. Можно говорить об образовании соединений типа:  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaX}_2 \cdot 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$ , (где X-однозарядный анион) [8].

При проведении дифференциально сканирующей калориметрии (рис. 5) модифицированного образца, в сравнении с контрольным, наблюдается, что фигура эндотермического эффекта в районе температуры  $175\text{ }^\circ\text{C}$  имеет большую площадь, что свидетельствует о большем количестве прогидратированного материала в тяжелом цементном бетоне. Далее наблюдается еще два эндотермических эффекта, они связаны с разложением гидросиликатов кальция. Так как в модифицированном образце происходит сдвиг в сторону больших температур, это свидетельствует о более прочных структурных связях молекул воды в структуре материала. Также, смещение пиков эндотермических эффектов в сторону больших температур свидетельствует о изменении основности гидросиликатов кальция.

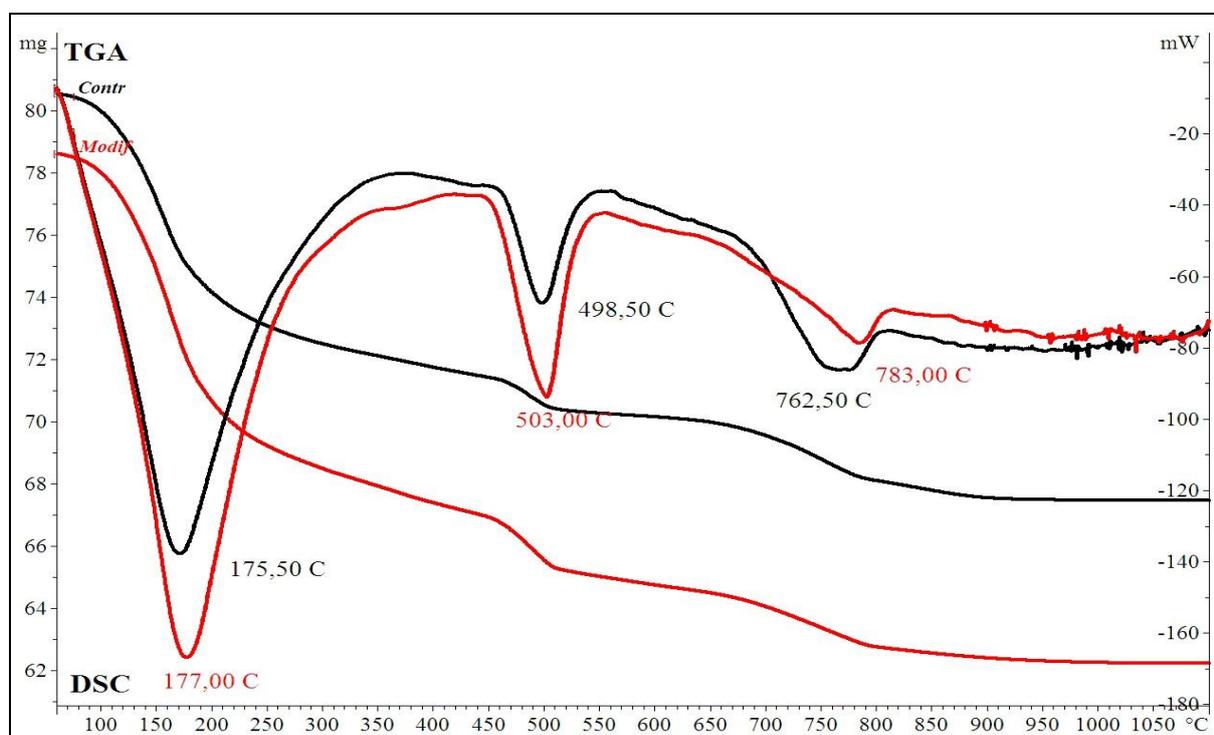


Рис. 5. Спектр дифференциально сканирующей калориметрии цементной матрицы в контрольном образце бетона (черный спектр), в тяжелом цементном бетоне, модифицированном нитратом кальция «Nitcal/К» (красный спектр)

В результате работы, для достижения поставленной цели повышения ранней прочности бетонов на основе портландцемента, одним из начальных направлений исследования было рассмотрено влияние нитрата кальция «Nitcal/К», на динамику набора прочности тяжелого цементного бетона.

Эта химическая добавка значительно улучшала физико-механические свойства тяжелого бетона на основе портландцемента. Так при введении нитрата кальция происходило повышение ранней прочности за счет увеличения контактной зоны заполнителя с цементной матрицей, тем самым уплотняя структуру тяжелого цементного бетона и образования большего числа кристаллогидратов с одновременным уменьшением крупных аморфных образований.

### Список литературы

1. *Звездов А. И.* Направления развития производства и применения железобетона в России // *Строительные материалы*. 1999. № 1. – С. 20-21.
2. *Изотов В.С., Соколова Ю.А.* Химические добавки для модификации бетона. М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип». 2006. – 244 с.
3. *Звездов А. И, Волков Ю. С.* Бетон и железобетон: наука и практика // Первая всероссийская конференция по проблемам бетона и железобетона «Бетон на рубеже третьего тысячелетия», Кн. 1, М.: Ассоциация «Железобетон». 2001. – С. 184-208.
4. *Ружинский С. И.* Ускорители схватывания и твердения в технологии бетонов // *Популярное бетоноведение*. 2005. № 1.
5. *Justnes H.* Calcium Nitrate as a Multifunctional Concrete Admixture. International congress on concrete technology. Moscow. «EXPOCENTRE» October 25-27. 2011. – P. 38-41.
6. *Юдина Л. В.* Испытание и исследование строительных материалов: учебное пособие. Ижевск: Изд-во ИжГТУ. 2005. – 236 с.
7. Руководство по применению химических добавок к бетону. М.: Стройиздат. 1975. – 66 с.
8. *Горшков В. С., Тимашев В. В., Савельев В. Г.* Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: учебное пособие. М.: Высшая школа. 1981.

*Абросимова М.В.*, магистрант, e-mail: mv.abrosimova@ya.ru;  
*Изюрьев И.А.*, кандидат культурологии, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Применение схем инвестирования в жилищное строительство на примере Удмуртской Республики

**Аннотация:** В статье рассмотрена существующая ситуация в жилищном секторе Удмуртской Республики, изучены схемы инвестирования в региональное жилищное строительство. На примере среднестатистической молодой семьи, которой необходимо приобрести жилье, проведен сравнительный расчет применения схем инвестирования по существующей программе ипотечного кредитования, а также на основе действующего в Республике Башкортостан проекта жилищных сбережений и уже применявшейся в регионе схеме жилищных облигаций. В результате полученных

расчетных данных выявлены наиболее эффективные методы инвестирования с позиции сэкономленных денежных средств и сроков получения жилья.

**Ключевые слова:** региональное жилищное строительство, ипотечное кредитование, жилищные строительные сбережения, жилищные облигации.

В рейтинге регионов Российской Федерации по темпам роста строительства жилья в 2014 г. Удмуртская Республика с объемом ввода жилья в 631,0 тыс.м<sup>2</sup> занимает лишь 41-е место. В десятку лидеров жилищного строительства входят территориальные соседи Удмуртии: Республика Башкортостан (2651 тыс.м<sup>2</sup>) и Республика Татарстан (2404,2 тыс.м<sup>2</sup>). Кроме того, среди регионов Приволжского федерального округа Удмуртская Республика занимает последнее место по обеспеченности жильём населения: в среднем на каждого жителя республики приходится 21,2 м<sup>2</sup> жилья, в то время как в Саратовской области данный показатель равен 27,1 м<sup>2</sup>, в Пензенской – 26,5 м<sup>2</sup>, в Мордовии – 26,0 м<sup>2</sup>. Правительством Российской Федерации установлено, что в год на одного человека необходимо строить не менее 1м<sup>2</sup> жилья. В Удмуртской Республике проживает 1,517 тыс. человек, в среднем на каждого жителя в год строится по 0,4 м<sup>2</sup> жилья, что не составляет и половины от нормативного показателя.

Исходя из вышеизложенного, следует, что существующие механизмы финансирования не могут решить проблемы жилищного строительства региона. Необходимо применение более эффективных способов инвестирования средств в жилищный сектор.

Рассмотрим несколько механизмов финансирования жилищного строительства на примере молодой семьи, состоящей из двух человек. Предположим, что молодая семья собирается приобрести 1-комнатную квартиру площадью 36м<sup>2</sup> за 1,6 млн.руб. Общий доход среднестатистической семьи составляет около 40000руб. Расчеты проведем по ипотечному кредитованию, схеме, которая действует в регионе на данный момент, и механизмам, которые могут быть использованы в будущем – схема жилищных сбережений и схема жилищных облигаций.

**Ипотечное кредитование** – самый популярный механизм финансирования жилищного строительства. Для расчета применим программу Сбербанка «Ипотека с государственной поддержкой».

Сбербанк предлагает следующие условия программы:

- минимальная сумма кредита – 300 тыс. руб.;
- максимальная сумма кредита – 3 млн. руб.;
- процентная ставка – 11,4 % годовых;
- первоначальный взнос: от 20 % стоимости приобретаемого жилого помещения.

Минимальный взнос за квартиру должен быть не менее 20%, что от 1,8 млн.руб составляет 320 тыс.руб. Для накопления необходимой суммы семья должна открыть ежемесячно пополняемый счет в том же Сбербанке, на который в течение 3х лет ежемесячно должна вкладывать 10 тыс.руб. под предлагаемую ставку 5,31 %.

Средний доход за 30 дней - 859,63 руб.  
 Процентная ставка - 5,31%



Рис. 1. Расчет по вкладу «Пополняй» на 3 года с ежемесячным пополнением и ставкой 5,31 %

Таким образом, семья может накопить недостающую сумму в течение 3-х лет. Первоначальный взнос по ипотеке составит 400 тыс.руб (25%). Следовательно, необходимо взять кредит в размере 1,2 млн.руб.

Таблица 1. Расчет по программе «Ипотека с государственной поддержкой»

Исходные данные	
Стоимость объекта недвижимости, руб.	1600000
Первоначальный взнос, руб. (%)	400000 (22,2 %)
Сумма кредита, руб.	1200000
Срок кредитования, лет	10 лет (120 мес.)
Основной доход, руб.	40000
Ставка, %	11,4 %
Расчетные данные	
Ежемесячный платеж, руб.	16802,87
Сумма переплаты, руб.	816345,07

Сумма переплаты равна 816345,07 руб., что составляет 68 % от взятого кредита.

Проведем расчет по аналогичной задаче, но с применением **схемы жилищных строительных сбережений**, эффективно действующей сейчас в Республике Башкортостан.

По программе «Жилищных строительных сбережений» участники в течение 3-6 лет накапливают на срочном вкладе первоначальный взнос для приобретения жилья. В целях накопления на срочный вклад ежемесячно вносятся дополнительные взносы. По условиям программы на дополнительные взносы начисляется гарантированная государственная премия в размере 30 % от ежемесячно внесенной суммы (но не более чем на 10000 руб). После завершения срока накопления первоначального взноса Участник программы обращается в банк для получения целевого жилищного кредита на льготных условиях.

**Таблица 2. Условия накопительного периода**

Срок вклада	3 года	4 года	5 лет	6 лет
Начисляемый процент, годовых	1,5%	1,5%	2,0%	1,5%

- минимальная сумма вклада – 3 000 рублей;
- минимальная сумма дополнительного взноса – 3 000 рублей ежемесячно в соответствии с графиком накоплений по вкладу;
- государственная премия начисляется ежеквартально в размере 30 % от суммы ежемесячного дополнительного взноса;
- максимальный размер взноса, на который начисляется премия – 10000 руб;
- порядок и способ выплаты процентов – ежемесячно с капитализацией (причисление процентов к сумме вклада).

**Таблица 3. Условия льготного ипотечного кредита**

Срок кредита	3 года	4,5лет	6 лет	7,5 лет	9 лет
Процентная ставка, годовых	7%	7%	7%	7%	6%

- срок кредита – от 3 до 9 лет, в зависимости от срока накопительного депозита;
- минимальная сумма кредита – 150000 руб.;
- максимальная сумма жилищного кредита – 1000000 руб. (при сроке накопления средств по вкладу в течение 3 лет), 1500000 руб. (при сроке накопления средств по вкладу от 4-6 лет);
- максимальный размер жилищного кредита:
- не может превышать суммы «Жилищных строительных сбережений»;
- не может превышать 50 % от стоимости приобретаемого жилья.

Расчет по накопительному этапу. Допустим, что как и в расчете ипотеки семья вкладывает ежемесячно 10000 руб, но уже в течение бти лет, так как необходимо накопить половину стоимости будущего жилья. Ежемесячно начисляется 30% на сумму взноса и начисляемый процент годовых составляет 1,5 %. Таким образом, через 6 лет семья получит накопления в размере 946800 руб.

Расчет по ипотечному этапу. Следующий этап – оформление ипотеки. Следует учесть, что через 6 лет стоимость жилья изменится и по предварительным прогнозируемым данным составит 1800000 руб. Необходимо оформить ипотеку на недостающую сумму 855000 руб. Как видно, сумма не превышает накопительной части и не превышает половины стоимости приобретаемого жилья.

Ставка по ипотеке для пятилетнего кредита составляет 7% годовых.

Таблица 4. Расчет ипотеки по программе строительных сбережений

Исходные данные	
Сумма кредита, руб	855000
Срок кредитования, лет	5
Основной доход, руб	40000
Ставка, %	7 %
Расчетные данные	
Ежемесячный платеж, руб	16930
Сумма переплаты, руб	160780

Сумма переплаты составила 160780 руб.

**Жилищные облигации** – это именные ценные бумаги, удостоверяющие внесение их владельцем денежных средств на строительство определенного размера общей площади жилого помещения.

Средняя рыночная стоимость 1 м<sup>2</sup> жилья в г. Ижевск составляет 45000 руб. Стоимость облигаций при этом будет составлять:

0,1 м<sup>2</sup> – 4500 руб;

0,2 м<sup>2</sup> – 9000 руб.

Предположим, что ежемесячно в течение пяти лет семья приобретает по одной жилищной облигации номиналом 9000 руб. В результате семья будет располагать 14,4 м<sup>2</sup> или 648000 руб.

Кроме ежемесячных накоплений семья может приобретать облигации незапланированно. Допустим, что количество таких облигаций составит 40% от накопленных или 6 м<sup>2</sup>.

Таким образом, семья по истечению шести лет будет иметь в наличии 20,4 м<sup>2</sup> (101 облигация номиналом 0,2 м<sup>2</sup>). Необходимо приобрести еще 15,6 м<sup>2</sup>. Стоимость квартиры площадью 36 м<sup>2</sup> через 6 лет увеличится до 1800000 руб. Стоимость недостающих 15,6 м<sup>2</sup> составит 780000 руб.

Для получения необходимой суммы семья возьмет кредит на приобретение жилья.

Таблица 5. Расчет кредита на жилье

Исходные данные	
Сумма кредита, руб	780000
Срок кредитования, лет	5 лет (60 мес)
Основной доход, руб	40000
Ставка, %	13,45%
Расчетные данные	
Ежемесячный платеж, руб	17927,59
Сумма переплаты, руб	295655,80

Сумма переплаты составила 295655,80 руб.

Сведем полученные данные в общую таблицу.

Таблица 6. Сравнительные данные по различным схемам финансирования

	Ипотечное кредитование	Схема строительных сбережений	Жилищные облигации
Стоимость квартиры, руб	1600000	1800000	1800000
Дата приобретения жилого помещения	Декабрь 2018	Декабрь 2021	Декабрь 2021
Первоначальный взнос, руб	400000	946800	918000 = 20,4м2
Период накопления, год	3	6	6
Ежемесячный взнос на накопление, руб	10000	10000	9000 = 0,2м2
Ежегодный % банка по накопительному вкладу	5,31	1,5% +30% ежемесячно	-
Премия за весь период накопления, руб	30946,58	226800	-
Срок жилищного кредита, лет	10	5	5
Сумма кредита, руб	1200000	855000	780000
Ставка по жилищному кредиту, %	11,4	7	13,45
Начало выплат по кредиту	Декабрь 2018	Декабрь 2021	Декабрь 2021
Сумма ежемесячного платежа по кредиту, руб	16802,87	16930	17927,59
Итого сумма по жилищному кредиту, руб.	2016345	1015780	1075656
Сумма переплаты по кредиту, руб	816345,07	160780	295655,80
Переплата в %	68	19	27
Вложено собственных денежных средств, руб	2376344	1735800	1993655

Таким образом, самым эффективным механизмом финансирования жилищного строительства из рассмотренных выше вариантов с позиции вложения собственных денежных средств является схема с использованием жилищных строительных сбережений. С позиции сроков приобретения жилья самым выгодным механизмом является ипотечное кредитование.

#### Список литературы

1. Рейтинг регионов РФ по качеству жизни поддержкой: URL: [http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life\\_2014.pdf](http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2014.pdf) (дата обращения: 20.12.2015).
2. Уровень обеспеченности населения жильем: URL: <http://kpfu.ru/docs/F1077402160/21.Uroven.obespechennosti.naseleniya.zhilem.Itog.pdf> (дата обращения: 22.12.2015).
3. Ипотека. Ипотечное кредитование: URL: <http://www.ipohelp.ru/manual.html> (дата обращения: 10.01.2016).

4. Федорович В.О., Конципо Н.В. Аналитический обзор современной системы ипотечного кредитования в России // Проблемы учета и финансов. вып. №4 (8) / 2012. С.22-25.
5. Программа «Жилищных строительных сбережений»: URL: <http://www.bankuralsib.ru/retail/isave/index.wbp> (дата обращения: 10.01.2016).
6. Постановление Правительства Удмуртской Республики от 20.11.1996г №323 «О государственном облигационном жилищном займе». Нормативные документы по выпуску облигационного жилищного займа УР. – Ижевск.: Объединение «Типография», 1996.

Бекмансурова А.Р., студент: e-mail: [balinara18@gmail.com](mailto:balinara18@gmail.com);  
Алиев Э.В., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Линейный генератор переменного тока для бытовых нужд**

**Аннотация:** В настоящее время разрабатываются новые и новые источники энергии и улучшаются уже существующие. Они компактны, малозатратны, их КПД значительно увеличивается. Линейный электрический генератор – это улучшенная форма привычного нам генератора. В реалиях современного мира, когда электрические приборы стали не просто способом общения и развлечения, а настоящими помощниками в реализации множества целей, они просто не имеют права подвести в самый неподходящий момент. Именно чтобы такого не случилось, и нужен линейный генератор электрического тока. Он компактен, мобилен, прост в использовании, и даже создании.

**Ключевые слова:** генератор, переменный электрический ток, индуктор.

Рост потребления электроэнергии растет с каждым годом. Так же как и расходы на ее получение. Одним из вариантов удешевления электроэнергии является снижение стоимости преобразователей энергии, коими являются генераторы.

В настоящий момент невероятно популярны, и просто незаменимы генераторы переменного тока. В большинстве случаев используется, для преобразований механической энергии в электрическую, вращающееся магнитное поле. Однако при вращении теряется значительное количество энергии и КПД таких генераторов не превышает 15%.

На данный момент уже известны некоторые схемы линейных генераторов, но нет изготовленных конструкций. Они касаются узких сфер электротехники и отличаются по габаритам и техническим характеристикам.

Наша разработка позволяет выработать переменный электрический ток без промежуточных устройств. Генератор компактен, мобилен и прост в использовании.

При желании, переменный электрический ток можно преобразовать в постоянный. Для этого необходимо использовать выпрямители. Ниже на рисунке представлена схема преобразования.

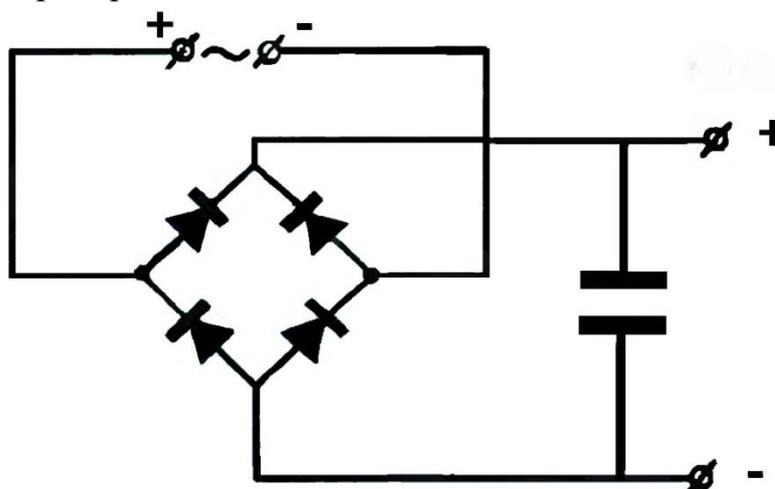


Рисунок. Схема преобразования переменного электрического тока в постоянный.

Так же ток можно накапливать, для чего подойдет аккумуляторная батарея.

Применение линейный генератор найдет в доводчиках дверей, в некоторых устройствах переезда, устройствах сброса давления газовых магистралей. Так же генератор можно использовать в походных условиях для поддержания электрических приборов в рабочем состоянии.

На базе ИжГТУ создана первая испытательная модель линейного генератора. Однако она далека от совершенства. В промышленности ее использование пока невозможно.

В настоящий момент перед нами стоят следующие задачи по совершенствованию модели:

- Отработка схемы;
- Расчет стоимости;
- Расчет КПД.

После всех расчетов будет создан прототип, по образцу которого можно запустить серийное производство.

Линейный генератор позволит улучшить выработку электрического тока. Его стоимость, даже без конкретных расчетов, ниже, чем генераторов, использующих крутящий момент. Это позволит снизить стоимость многих приборов. За счет небольшой массы и размера генератор позволит уменьшить и сами приборы, а это, в свою очередь, позволит снизить стоимость комплектующих деталей и траты на транспортировку.

Наша модель еще находится в стадии разработки и совершенствования, однако уже сейчас можно предугадать ее перспективность.

## Список литературы

1. *Ефремов В.В., Маркман Г.З.* «Энергосбережения» и «Энергоэффективность»: уточнение понятий, система сбалансированных показателей «энергоэффективности»/ Ефремов В.В., Маркман Г.З.// Известия Томского политехнического университета. – 2007. - №4. – с.146-148.
2. *Чекалкин А.Л., Гурьянов Д.С.* Устройство для сброса избыточного давления из корпуса запорной арматуры [Электронный ресурс]. - <http://neftegaz.ru/science/view/421>
3. Регулятор давления топлива [Электронный ресурс]. - <http://demio121.narod.ru/inj/indi.htm>

*Бердникова А.В.*, бакалавр, e-mail: [nastya.art18@gmail.com](mailto:nastya.art18@gmail.com);  
*Ившина Л.И.*, канд. архитектуры, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Проблема размещения парковок в центральной части города

**Аннотация:** Транспортная инфраструктура России отстала от потребностей современного мира, особенно это касается центральных частей городов, где преобладает плотная историческая застройка. В данной статье рассмотрены причины отставания транспортно-градостроительного развития территории городов от современного мира. Приведен опыт строения «подземных городов» зарубежных стран и рассмотрены примеры, предложенные отечественными архитекторами.

**Ключевые слова:**

Автопарковка, подземный паркинг, городская среда, развитие подземного пространства, подземная урбанистика.

**Введение.**

XXI век — век инноваций и стремительного развития. Вместе с ростом технологий наблюдается рост уровня автомобилизации населения, и как следствие рост автомобильного парка страны. Транспортная инфраструктура городов России отстала от современного мира и от потребностей населения. В центральной части многих городов из-за сложной планировочной структуры не хватает места для автомобилей, отсюда возникает транспортный коллапс.

1) Из-за организованных стоянок на обочинах, проезжая часть используется для движения на 30-50%.

2) Учащаются случаи ДТП из-за плотного потока автомобилей.

3) Снижается эстетический вид центра города.

4) Отсутствует возможность постройки автомобильных парковок из-за плотности застройки.

5) Снижается экологическая безопасность городской среды. Тротуары, газоны, детские площадки и зеленые скверы превращаются в «парковочные ком-

плексы».

Все эти проблемы сказываются на уровне жизни человека, экологическом состоянии, а также внешнем восприятии города.

С каждым годом растет число автомобилей. Согласно статистике ГИБДД, за последние годы (8 лет) автопарк страны вырос на 44,2%, это около 15 миллионов транспортных средств. Ежегодный прирост примерно составляет 5,5%, основная часть из них — легковые автомобили [3].

На данный момент в городе Ижевске количество автомобилей на тысячу жителей составляет 202 шт., из них официально зарегистрировано 124 605 автомобиля. Кроме этого столица Удмуртии несет транспортную нагрузку, как административный и культурный центр региона [2].

Число автомобилей растет быстрее чем число дорог и необходимых парковок. К примеру, дорожная инфраструктура в городах Америки занимает 30-35% от всей площади, а в Москве эта цифра равняется 8%. Наши города просто не готовы к такому количеству автомобилей. Если в новых районах можно предусмотреть паркинги, то в уже существующих, это просто невозможно. Требуется обновление исторически значимых районов, и, возможно, полное переустройство районов массовой застройки.

По данным проведенного мной социального опроса 92,9 % жителей Ижевска считают необходимым и нужным создание парковки в центральной части города Ижевска. Эта потребность связана с повышением торгово-культурной и деловой направленности центральных районов. Но если в ближайшее время не решать возникшие транспортные проблемы, центр начнет терять свою главную функцию: быть привлекательным, полезным и удобным для города.

Проблема нехватки парковочных мест может быть решена с помощью освоения подземного пространства, а именно строительства подземных парковок. Такое решение удобно, как и для водителей, так и для пешеходов. Но существует ряд экономических факторов, которые препятствуют развитию этого направления в строительстве.

Здание не может существовать автономно, поэтому плата за использование специально оборудованного места физическим или юридическим лицам будет обязательна.

Если парковка будет государственной, то на основании Налогового Кодекса РФ, все затраты должны покрываться из бюджетных средств, что на сегодняшний день не возможно. Государство не имеет право применять дополнительные сборы с граждан, не предусмотренные указанным кодексом [1]. Поэтому, администрация района, в котором строится парковка, вынуждена привлекать дополнительных инвесторов и юридических лиц, которым сдается все здание в аренду. Парковка становится коммерческой и плата за нее вырастает еще больше (в Ижевске 36% граждан не имеют возможность оплачивать подземную стоянку).

Технологии проектируемых подземных парковок многочисленны.

По типу эксплуатации паркинги делятся:

### 1. Классические рамповые.

Такие парковки просты в эксплуатации и не имеют дополнительных затрат на механизированное оборудование. В городе Ижевске такая парковка находится за ТЦ Медведь.

### 2. Автоматизированные паркинги-боксы.

В таких парковках максимально используется подземное пространство. Примерами таких парковок являются паркинги на улице Академика Королева в Москве.

По объемно-пространственным характеристикам:

#### 1. Самостоятельные объекты.

#### 2. Примыкающие к зданию, являются подземной частью сооружения.

По расположению в среде:

#### 1. В условиях открытых не застроенных пространств.

#### 2. В условиях уже существующей застройки.

Существуют и другие варианты, которые здесь не рассмотрены. Для того что бы освободить улицы от нагромождений припаркованных автомобилей необходимо комплексно изучать подземное пространство, учитывая потребности города. Подземные автопарковки не обязательно должны существовать как отдельные здания, это может быть функциональный комплекс, актуальный для жителей. Тем самым мы сможем избежать уничтожения зеленых зон, сноса парков и скверов, вместо которых сегодня мы видим неофициально организованные стоянки.

Существует большой мировой опыт развития подземной урбанистики городов. Под землей появляются целые мегаполисы, со своими транспортными системами и культурно-массовыми развлечениями.

Например, в Монреале (Канада) существует «подземный город» в котором не только предусмотрено полноценное метро, но и присутствует своя огромная пешеходная сеть в 30 км, а также, множество торгово-офисных центров, кинотеатров, магазинов, кафе и даже жилые апартаменты [4].

В Лондоне (Великобритания) в 2012 году преступили к реализации масштабного проекта транспортной подземной системы «Crossrail». Планируется строительство подземных тоннелей, которые соединят все станции метро, центр города и аэропорт, это позволит разгрузить наземную часть [5].

Рассмотрим город Ижевск, как типичный пример городов России.

Холмистая местность может упростить задачу по использованию подземного пространства и сделать интересным ее решение. Автомобиль въезжает в одной части улицы, а выезжает в другой, проезжая сквозь основной рельеф.

Находясь под землей, автопарковки и магистрали не будут портить вид города. Появится возможность вернуть парки и скверы на улицы города. Городская среда станет комфортной и безопасной для жизни человека.

Еще в 80х годах был создан проект подземных торговых рядов в Ижевске в зоне эспланады, спускающейся к пруду. Архитекторы предлагали использовать перепады рельефа для организации пространства под центральной площадью. Это помогло бы сделать центр более притягательным и функционально по-

лезным для города.

Василий Петрович Орлов создал проект подземной зоны под улицей Пушкинская. Предполагалось, что там разместятся объекты культурного и торгового назначения, парковки с многочисленными входами с центральной площади и со стороны улицы Карла Маркса.

Было решено, что эти проекты очень дороги для Ижевска [6].

С 1980 года Ижевск, как мегаполис очень вырос, если в то время уже ощущалась проблема нехватки парковочных мест, а как следствие и транспортных систем, то сейчас эта проблема стала более острой. В центральной части города на парковки отведено около 900 м<sup>2</sup>, в них умещается только 80 автомобилей, когда ежедневно центр города посещают 30% населения Ижевска, и еще 40% приезжают не менее одного раза в неделю.

Плотность застройки не позволяет устройство дополнительных строений в виде надземных парковок, но даже при возможности, с эстетической точки зрения устанавливать огромные транспортные зоны в культурной, исторической части города не логично. На улице Красная за исторической постройкой, можно было бы организовать зеленую зону отдыха, совмещенную с торгово-офисными пространствами. А под новой благоустроенной территорией, используя большой перепад рельефа, устроить подземную автопарковку, тем самым отделив пешеходные и транспортные пути. Такой проект был бы актуален для Ижевска, центр которого — типичный центр городов России, насыщенный торговыми, офисными, культурными и транспортными зонами, которые смешались воедино и не создают презентабельности для приезжих и уюта для жителей.

Современные технологии позволяют строительство в сложнейших гидрогеологических условиях. При существовании подземных вод, как в городе Ижевске, существует множество решений, например, дополнительная гидроизоляция с герметизацией швов, различные шланговые инъекционные системы, а также, площадная гидроизоляция как со стороны грунта, так и с внутренней стороны помещения и т.д.

Начать подземное строительство под уже существующими зданиями, достаточно сложно, тем более если это исторические постройки, которые чаще всего находятся в центральных районах города. Для таких работ вводятся ограничения по дополнительным деформациям (СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» и территориальные строительные нормы по проектированию в данном районе).

Проводится тщательное исследование конструкции здания на его техническое состояние, а для сохранности постройки предварительно назначается 30-и метровая зона, которая уточняется расчетами.

### **Заключение.**

Освоение подземной среды является основой формирования современной городской среды, комфортной и безопасной для жизни человека. Современные технологии позволяют осваивать пространства под землей и этому есть множество Европейских примеров.

Центр – это самая проблемная часть городов России, перенасыщенная инфраструктурой. Именно с него нужно начинать реконструкцию районов. Решив транспортные проблемы, связанные с нехваткой парковочных мест и дорожного пространства, будет восстановлена основная общественная функция центра города.

### Список литературы

- 1) Налоговый кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 № 146–ФЗ.
- 2) Рейтинг городов по количеству автомобилей на 1000 человек [Электронный ресурс] // РБКрейтинг [Сайт]- URL: <http://rating.rbc.ru/graphs/full.shtml?2008/09/30/32143044> (дата обращения 20.03.15).
- 3) За последние 8 лет количество автотранспорта в России увеличилось почти в полтора раза. [Электронный ресурс] // ГОСАВТОИНСПЕКЦИЯ УР[Сайт]- URL: <http://www.gibdd.ru/news/federal/70911/> (дата обращения 18.03.15)
- 4) Великобритания. Проект транспортной системы «Crossrail» [Электронный ресурс] // Портал о проектировании подземных сооружений «Подземный эксперт» [Сайт]- URL: <http://www.undergroundexpert.info/mirovoy-opit/item/1524-crossrail-in-london> (дата обращения 20.03.15)
- 5) Канада. Строительство подземной общественной зоны в Монреале (RESO) [Электронный ресурс] // Портал о проектировании подземных сооружений «Подземный эксперт» [Сайт]- URL: <http://www.undergroundexpert.info/mirovoy-opit/item/1395-istoriya-stroitelstva-podzemnogo-goroda-monrealya-reso> (дата обращения 20.03.15)
- 6) В Ижевске могли появиться канатная дорога и подземные торговые ряды [Электронный ресурс] // Ижевский портал IZHLife. [Сайт] - URL: <http://izhlife.ru/histories/33544-nazad-v-buduschee.html> (дата обращения 21.03.15).

*Бутусова А.В.*, магистрант, e-mail: [butus\\_ik@bk.ru](mailto:butus_ik@bk.ru);  
*Семенова С.В.*, к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Адаптация динамического метода оценки конкурентоспособности организаций к строительной отрасли**

**Аннотация:** В статье кратко раскрывается сущность понятия конкурентоспособности организации; рассматриваются основные положения, достоинства и недостатки динамического метода оценки конкурентоспособности организации; производится его адаптация к строительной отрасли: уточняются понятия, используемые в существующей методике, применительно к строительной отрасли. Также вводится дополнительный коэффициент, корректирующий оценку таких составляющих конкурентоспособности организации как качество выполняемых работ, производительность

и сроки строительства, которые зависят от уровня квалификации и технической оснащенности организации.

**Ключевые слова:** Конкурентоспособность организации, динамический метод, строительная отрасль, объем строительного-монтажных работ.

Динамический метод оценки конкурентоспособности организации основан на допущении о том, что в условиях рыночной экономики «основной способ получения прибыли – реализация продукции и заложенной в ней прибавочной стоимости» [1, пункт 3.2]. Получение прибыли зависит от эффективности использования экономических ресурсов ввиду их ограниченности. Таким образом, конкурентоспособность организации отражает «уровень эффективности использования экономических ресурсов относительно эффективности использования их конкурентами» [1, пункт 2.2]. Эффективность использования организацией экономических ресурсов в данном методе сводится к оценке операционной эффективности и стратегического позиционирования.

Операционная эффективность «подразумевает выполнение схожих видов деятельности лучше, чем это делают конкуренты» [1, пункт 3.2]. Стратегическое позиционирование заключается в «создании уникальной выгодной позиции, основанной на сочетании видов деятельности, отличных от конкурентов» [1, пункт 3.2].

Достоинством данного метода является максимальная достоверность получаемых результатов, поскольку оценка конкурентоспособности «осуществляется по конечным критериям конкурентоспособности – прибыльности и доле организации на рынке» [1, пункт 3.2]. Данные показатели, по сути, определяют жизнеспособность организации, перспективы ее функционирования и развития. Они являются показателями макро- и микроэкономических, объективных и субъективных факторов, влияющих на деятельность организации.

Критерием операционной эффективности является прибыль организации. «Прибыль организации является финансовым результатом, полученным от основной деятельности организации. Трудовой коллектив заинтересован как в повышении оплаты труда, так и в росте прибыли, поскольку последняя в условиях конкуренции является источником не только выживания, но и расширения производства, а, следовательно, и роста благосостояния работников организации, их жизненного уровня. Масса прибыли характеризует размер эффекта в результате производственно-хозяйственной деятельности организации. Прибыль является одним из основных побудительных мотивов организации» [2]. Сопоставление непосредственно объемов прибыли организаций недопустимо, поскольку в таком случае конкурентоспособность более крупных организаций окажется заведомо большей, поэтому для оценки операционной эффективности используется прибыльность хозяйственной деятельности организации, то есть отношение выручки от реализации продукции к затратам на ее производство и реализацию.

С подробной методикой расчета конкурентоспособности организации динамическим способом можно ознакомиться в [1, пункт 3.2] источнике.

По мнению авторов статьи, данный метод имеет достаточную точность оценки конкурентоспособности, а также доступность получения необходимых данных. Но расчет конкурентоспособности организации, рассмотренный в вышеуказанном источнике, приведен в общем виде, без учета особенностей тех или иных организаций.

Произведем адаптацию динамического метода оценки конкурентоспособности организации к строительной отрасли.

Выручкой от реализации для организаций строительной отрасли являются объемы выполненных и принятых заказчиком строительно-монтажных работ. Основанием для отражения выполненного объема СМР в отчетности является справка о стоимости выполненных работ и затрат, которую составляет подрядная организация, подписывает заказчик и подрядчик. Данная справка составляется отдельно по работам, выполненным собственными силами и работами, выполненными субподрядной организацией.

Применительно к строительной отрасли в существующую методику определения конкурентоспособности организации введем дополнительный коэффициент – индекс изменения объема строительно-монтажных работ, выполненных привлекаемыми подрядными организациями за рассматриваемый ( $B^b$ ) и предыдущий ( $B^b_0$ ) периоды:

$$I^b = \frac{B^b}{B^b_0}, \quad (1)$$

$$I^b_s = \frac{B^b_s}{B^b_{s0}}, \quad (2)$$

где  $I^b$  и  $I^b_s$  – индексы изменения объема СМР, выполненных привлекаемыми подрядными организациями.

Данный коэффициент имеет прямую зависимость. Увеличение объема выполнения строительно-монтажных работ привлекаемыми подрядными организациями говорит о росте объемов работ в целом, что является свидетельством повышения конкурентоспособности организации. Также известно, что выполнение СМР подрядным способом лучше хозяйственного, при котором организация ведет строительство собственными силами, ввиду того, что «подрядные организации хорошо оснащены эффективной техникой, имеют высококвалифицированные кадры, у них применяются передовые методы производства работ, хорошо отлажено взаимодействие с другими организациями, в том числе заводами стройиндустрии» [3]. Следовательно, увеличение объемов работ, выполняемых подрядчиками, говорит о повышении производительности и качества работ, а также уменьшении сроков строительства.

Поскольку объемы СМР совершают большие колебания, для приведения к сопоставимым величинам также извлекается корень из данных коэффициентов.

Тогда при определении индексов изменения выполненного объема СМР (выручки) рассматриваемой организацией и по выборке, указанных в существующей методике ( $I$  и  $I_s$  соответственно), будет рассматриваться объем СМР,

выполненный собственными силами, а не общий объем выполненных СМР (выручки).

Таким образом, формула определения конкурентоспособности организации, приведенная в источнике [1, пункт 3.2], после адаптации к строительной отрасли, приобретет следующий вид:

$$K = \frac{r}{R} \cdot \sqrt{\frac{I}{I_s}} \cdot \sqrt{\frac{I^b}{I_s^b}}, \quad (3)$$

$$K_0 = r \cdot \sqrt{I} \cdot \sqrt{I^b}, \quad (4)$$

$$K_s = R \cdot \sqrt{I_s} \cdot \sqrt{I_s^b}, \quad (5)$$

где  $K$  – показатель конкурентоспособности рассматриваемой организации;  $K_0$  – коэффициент эффективности хозяйственной деятельности исследуемой организации;  $K_s$  – коэффициент эффективности хозяйственной деятельности по выборке;  $r$  и  $R$  – показатели операционной эффективности хозяйственной деятельности рассматриваемой организации и по выборке соответственно;  $I$  и  $I_s$  – индексы изменения объема выполненных СМР собственными силами рассматриваемой организации и по выборке соответственно.

Рассмотрим пример. Сравним показатель конкурентоспособности двух организаций, данные по организациям приведены в таблице 1, где

$B$  и  $B_0$  – общий объем выполненных СМР в рассматриваемом и предыдущем периодах соответственно;

$B^p$  и  $B^p_0$  – объемы СМР, выполненные собственными силами в рассматриваемом и предыдущем периодах соответственно;

$B^b$  и  $B^b_0$  – объемы СМР, выполненные привлекаемыми подрядными организациями в рассматриваемом и предыдущем периодах соответственно;

$Z$  – затраты на выполнение СМР за рассматриваемый период.

Таблица 1. Данные по организациям за 2014 и 2015гг.

Год	Показатели	Организация №1	Организация №2
2014	$B_0$ , усл. ед.,	65	65
	в т.ч. $B^p_0$ , усл. ед.	40	50
	$B^b_0$ , усл. ед.	25	15
2015	$B$ , усл. ед.	65	65
	в т.ч. $B^p$ , усл. ед.	50	40
	$B^b$ , усл. ед.	15	25
	$Z$ , усл. ед.	60	60

Как видно из таблицы, общие объемы выполненных СМР в рассматриваемом и предыдущем периодах обеих организациях не изменились и являются равными, затраты также равны. Таким образом, исходя из существующей методики, можно сделать вывод, что показатели конкурентоспособности организаций равны (6).

$$K_1 = K_2 = \frac{65}{60} \cdot \sqrt{\frac{65}{65}} = 1,08 \quad (6)$$

Но заметим, что объемы СМР, выполненные собственными силами и привлекаемыми подрядными организациями различны. Объемы СМР, выполненные силами привлекаемых Организацией № 1 подрядчиков в рассматриваемом периоде по сравнению с предыдущим уменьшились, а Организацией № 2 – увеличились.

С учетом адаптации динамического метода оценки конкурентоспособности организации к строительной отрасли показатель конкурентоспособности Организации № 1 (7) становится ниже показателя конкурентоспособности Организации № 2 (8).

$$K_1 = \frac{65}{60} \cdot \sqrt{\frac{50}{40}} \cdot \sqrt{\frac{15}{25}} = 0,93 \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{65}{60} \cdot \sqrt{\frac{40}{50}} \cdot \sqrt{\frac{25}{15}} = 1,25 \quad (8)$$

Таким образом, введение индекса изменения объёма строительно-монтажных работ, выполняемых привлекаемыми подрядными организациями в существующую методику оценки конкурентоспособности организации, уточняет его, поскольку данный индекс корректирует оценку таких составляющих конкурентоспособности организации как качество выполняемых работ, производительность и сроки строительства.

### Список литературы

1. *Воронов Д.С.* Конкурентоспособность организации: оценка, анализ, пути повышения: URL: <http://vds1234.ru/> (дата обращения: 07.02.2015).
2. *Грузинов В.П., Грибов В.Д.* Экономика предприятия: Учеб. пособие. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 336 с.: URL: <http://www.bibliotekar.ru/economika-predpriyatiya-4/41.htm> (дата обращения: 07.02.2015).
3. Технология строительства: URL: <http://www.construction-technology.ru/2/organiz.php> (дата обращения: 08.02.2015)

*Гольцова О.Б.*, к.т.н, доцент;

*Болтачева Ю.И.*, студент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Оптимальный выбор технологического процесса по определению модуля деформации дисперсных грунтов

**Аннотация:** В условиях рыночных отношений современное строительство должно обеспечивать высокие темпы возведения объектов, эффективность инвестиций и безопасность жизнедеятельности человека. В полной мере все это учитывается на ранних этапах строительства, при проектировании фундаментов. Одним из эффек-

тивных путей достижения экономических решений в фундаментостроении является улучшение качества инженерно-геологических изысканий за счет повышения достоверности результатов определения свойств грунтового основания. Существующие нормы проектирования строительных конструкций предусматривают обязательное проведение расчетов по деформациям. В связи с этим целью данной работы является оптимальный выбор технологического процесса по определению модуля деформации дисперсионных грунтов. Для достижения данной цели мы изучаем методы определения модуля деформации дисперсных грунтов. Модуль общей деформации грунта используется в качестве деформационного показателя и характеризует упругие и остаточные деформации и определяется в полевых и лабораторных условиях. Так как существует множество методов исследования деформационных характеристик дисперсных грунтов, то также существует и множество критериев, влияющих на определение модуля деформации: уровень ответственности зданий, наличие воды, разновидности грунта, время выполнения работ и стоимость. Для выбора оптимального технологического процесса по определению модуля деформации дисперсных грунтов используем модель «дерева решений».

**Ключевые слова:** модуль деформации грунта, инженерно-геологические изыскания, полевые и лабораторные испытания, грунт, модель «дерево решений», здание, сооружение.

В последнее время все чаще под застройку стали использоваться земельные участки с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями, возросла этажность возводимых зданий и сооружений, что привело к существенному росту нагрузок на грунтовое основание, возросла сложность задач, связанных с исследованием грунтов. Поэтому важным элементом в проведении инженерно-геологических изысканий является достоверность результатов определения свойств грунтов.

Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформации, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов (угол внутреннего трения, удельное сцепление, предел прочности на одноосное сжатие скальных грунтов, модуль деформации и коэффициент поперечной деформации грунтов).

Модуль общей деформации грунта используется в качестве деформационного показателя и характеризует упругие и остаточные деформации. Модуль общей деформации является важной характеристикой, используемой для расчета оснований и сооружений по деформациям. Модуль общей деформации определяется в полевых и лабораторных условиях [1, 2].

Инженерно-геологические испытания для строительства обеспечивают комплексное изучение инженерно-геологических условий района предполагаемого строительства, составления прогноза взаимодействия проектируемых сооружений с окружающей средой и обоснование мероприятий инженерной защиты этих объектов и охраны окружающей среды [1, 10].

Полевые методы исследования грунтов используются при выполнении инженерно-геологических изысканий, для оценки прочностных и деформационных свойств грунтов, для получения гидрологических параметров, в условиях естественного залегания пород [3, 4].

Выделяют следующие методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости грунтов:

- 1) испытания грунта штампом;
- 2) испытания грунта прессиомером;
- 3) испытания грунта плоским дилатометром;
- 4) испытания грунта методом статического зондирования;
- 5) испытания грунтом методом динамического зондирования [4].

Исследование грунтов лабораторными методами представляет собой комплекс работ по получению инженерно-геологической информации о составе и свойстве грунтов [3, 5].

Выделяют следующие лабораторные испытания грунта для определения их характеристик прочности и деформируемости:

- 1) испытания грунта методом одноосного сжатия;
- 2) испытания грунтом методом трехосного сжатия;
- 3) испытания методом компрессионного сжатия [2].

Так как существует множество методов исследования деформационных характеристик дисперсных грунтов, то также существует и множество критериев, влияющих на определение модуля деформации.

Поэтому выделим следующие критерии:

- а) уровень ответственности зданий;
- б) наличие воды;
- в) вид грунта;
- г) время выполнения работ;
- д) стоимость.

В зависимости от класса сооружений при их проектировании необходимо использовать коэффициенты надежности по ответственности, минимальные значения которых приведены в табл. 1 [3, 6].

**Таблица 1. Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности**

<b>Класс сооружений</b>	<b>Уровень ответственности</b>	<b>Минимальные значения коэффициента надежности по ответственности</b>
КС-3	Повышенный	1,1
КС-2	Нормальный	1,0
КС-1	Пониженный	0,8

Примечания:

1. Уровни ответственности приняты в соответствии с [1].
2. Для зданий высотой более 250 м и большепролетных сооружений (без промежуточных опор) с пролетом более 120 м коэффициент надежности по ответственности рекомендуется принимать равным 1, 2.

Для сооружений КС-3 и КС-2 уровней ответственности значения  $E$  по лабораторным данным должны уточняться на основе их сопоставления с результатами параллельно проводимых испытаний того же грунта штампами,

прессиометрами, а также в приборах трехосного сжатия. Для сооружений КС-1 уровня ответственности допускается определять значения  $E$  только по результатам компрессионных испытаний, корректируя их с помощью таблиц.

Наличие воды определяется уже непосредственно при проведении самих испытаний. Только испытания грунта прессиометром не проводятся при обнаружения воды.

Дисперсные грунты подразделяются на крупнообломочные, песчаные и глинистые [3,7].

По гранулометрическому составу крупнообломочные грунты и пески подразделяют на разновидности в соответствии с табл. 2.

**Таблица 2. Разновидность крупнообломочных грунтов и песков**

Разновидность крупнообломочных грунтов и песков	Размер частиц $d$ , мм
Крупнообломочные:	
- валунный	200
- галечниковый	10
- гравийный	2
Пески:	
- гравелистый	2
- крупный	0,50
- средней крупности	0,25
- мелкий	0,10
- пылеватый	0,10

По числу пластичности глинистые грунты подразделяют на разновидности в соответствии с табл. 3.

**Таблица 3. Разновидность глинистых грунтов**

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности $L_p$ , %
Супесь	$1 \leq l_p \leq 7$
Суглинок	$7 \leq l_p \leq 17$
Глина	$l_p \leq 17$

Примечание: Илы подразделяют по значениям числа пластичности, указанным в таблице, на супесчаные, суглинистые и глинистые.

Модуль деформации дисперсных грунтов зависит от гранулометрического состава грунтов. Чем больше размер частиц грунта, тем больше и модуль деформации дисперсных грунтов. Следовательно, по степени убывания показатель модуля деформации имеют крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты.

Время проведения испытаний зависит от вида выбранного испытания деформационных характеристик грунта. Полевые испытания проводятся в более короткие сроки, чем лабораторные испытания грунта. По степени увеличения

времени проведения испытаний, методы определения деформационных характеристик грунта подразделяются на: испытания дилатометром, прессиометром, статическое зондирование, динамическое зондирование, испытания штампом, метод одноосного, трехосного и компрессионного сжатия.

Стоимость проведения испытаний приведена в табл. 4. Данные цены соответствуют справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, одобренный Государственным комитетом Российской Федерации по жилищной и строительной политике (письмо от 22.06.1998 г., № 9-4/84) [8].

**Таблица 4. Стоимость проведения испытаний**

Наименование работ	Цена, руб.
Полевые испытания	
Динамическое зондирование грунтов	100,3
Статическое зондирование грунтов непрерывным вдавливанием зонда	172,5
Испытания грунтов в шурфах на глубине св. 5 до 10 м вертикальной статической нагрузкой штампом	598
Испытание грунтов прессиометром	190
Испытания грунтов дилатометром	200,6
Лабораторные испытания	
Компрессионное сжатие	101,9
Одноосное сжатие	411,9
Трехосное сжатие	741,4

Чем дольше время проведения испытаний, тем выше стоимость этих испытаний. По степени увеличения стоимости проведения испытаний, методы определения деформационных характеристик грунта подразделяются на: динамическое зондирование, компрессионное сжатие, статическое зондирование, испытания грунта прессиометром, испытания грунта дилатометром одноосное сжатие, испытания грунта штампом, трёхосное сжатие.

Анализ методов системного анализа показал, что модель «дерева решений» (рисунок), с помощью которой относительно перечисленных критериев выбираем оптимальный технологический процесс по определению модуля деформации дисперсных грунтов является более целесообразной [9].

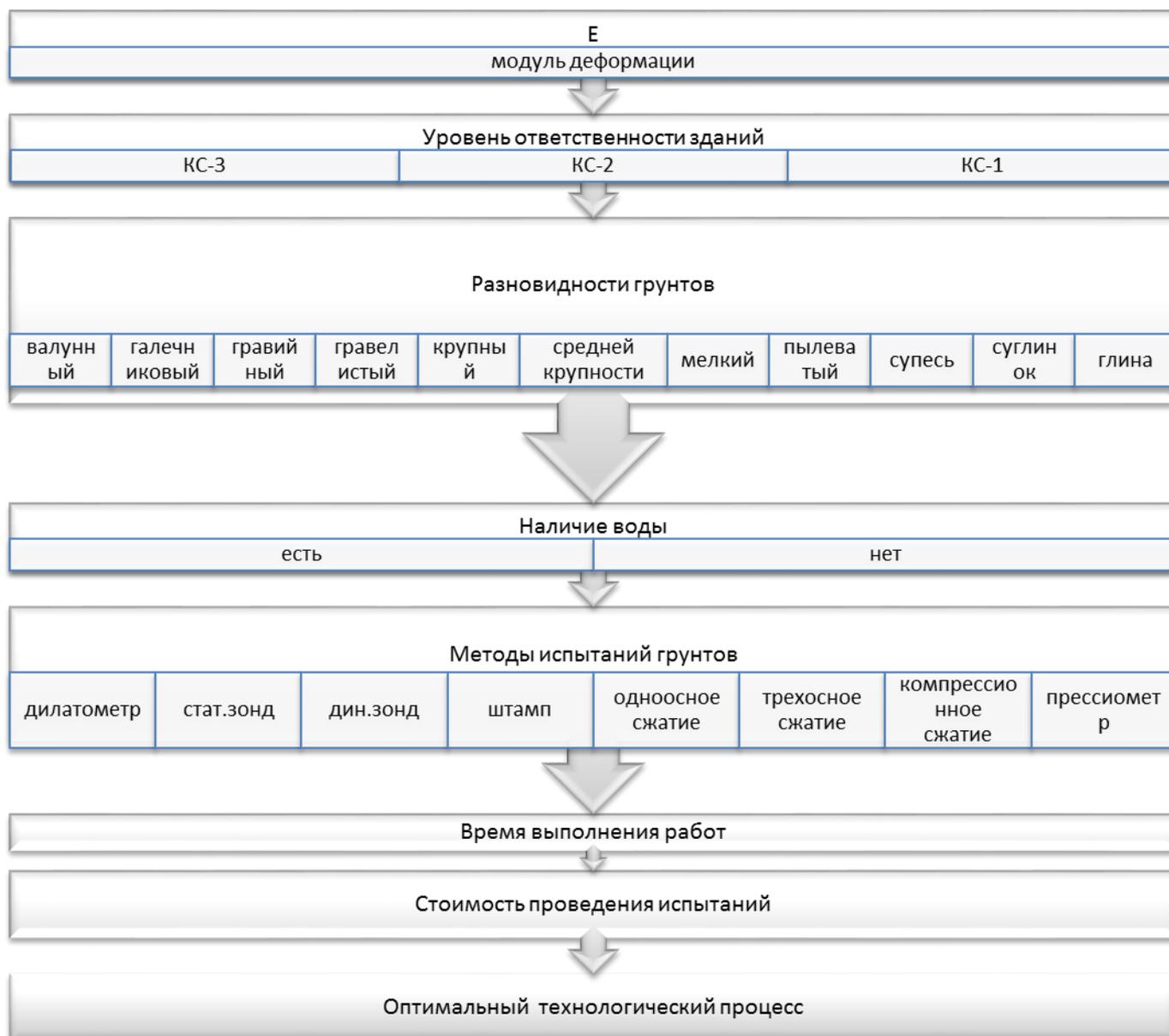


Рисунок. Схема модели «дерева решений» в упрощенном виде

Выбор оптимального технологического процесса по определению модуля деформации дисперсных грунтов в зависимости от времени и стоимости проведения испытаний повысит достоверность результатов определения свойств грунтового основания, а также улучшит качество инженерно-геологических изысканий.

### Список литературы

1. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ.
2. Бондарик, Г.К. Инженерно-геологические изыскания / Г.К.Бондарик, Л.А.Ярг.М.:КДУ, 2007. – 424 с.
3. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.
4. ГОСТ 30672-2012. Грунты. Полевые испытания. Общие положения.

5. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
6. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.
7. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.
8. Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС), АО «Институт Гидропроект», НПЦ «Ингеодин». Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: 1999. – 543с. [Электронный ресурс]. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10118/> (дата обращения 25.03.2016).
9. Елманова Н. Построение деревьев решений// КомпьютерПресс. – М.: - 2003. [Электронный ресурс]. URL: <http://compress.ru/Archive/CP/2003/12/8/> (дата обращения 28.03.2016).
10. Эддоус М., Стэнфилд Р. Методы принятия решений. - М.: - 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.studfiles.ru/preview/401453/> (дата обращения 28.03.2016).

*Девятова А.С., студент; Кузнецова Д.Д., студент;  
Романова М.В., студент, e-mail: romanovamasha3103@gmail.com  
Санду О.М., к.т.н., доцент*

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Дизайн-проект благоустройства территории «Учебно-спортивного центра ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», с. Галево**

**Аннотация:** в статье предложен проект благоустройства территории «УСЦС ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». Экологическая и региональная направленность проектирования предполагает редизайн существующего объекта с использованием вторичного сырья и природных материалов для облицовки зданий, устройства дорожных покрытий и альпийских горок.

**Ключевые слова:** дизайн, учебно-спортивный центр, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, благоустройство

Одним из важных объектов университета является «Учебно-спортивный центр студентов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» (УСЦС) расположенный на берегу р. Кама в с. «Галево». Имея богатую историю, это место стало значимым как для нынешних студентов ИжГТУ, так и для выпускников вуза, напоминая им о студенческих годах. В настоящее время учебно-спортивный центр является местом отдыха для студентов, преподавателей и их семей, а также местом проведения различных мероприятий: конференций, туристических слётов, бардовских фестивалей, посвящений в студенты, летних практик и спортивных сборов.

Анализ проектной ситуации позволил выделить ряд проблем, связанных с устаревшей инфраструктурой и плохим благоустройством. Отсутствие единой

концепции планировки является причиной стихийной застройки лагеря. Хаотическое зонирование нарушает нормальное течение функциональных процессов. Расширение поля деятельности центра требует организации дополнительных зон. Большинство жилых строений устарело и нуждается в ремонте. Весь лагерь требует расчистки территории. Кроме этого, отмечено неудобное расположение парковки, нехватка снаряжения для физического воспитания студентов и детей, отсутствие безопасного спуска к воде. Лагерь в целом не в полной мере соответствует современным нормам безопасности.

Для решения описанных проблем был разработан проект благоустройства территории «Учебно-спортивного центра студентов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» (рис. 1). Он расположен в непосредственной близости к природе, что повлияло на выбор художественного образа для концепции. Образ «Росток» выражает идею роста и развития. Подобно любому растению, которое пускает свои корни в разные стороны, чтобы лучше укрепиться, университет не стоит на месте, а развивается и открывает все новые направления. При устройстве территории УСЦС мы руководствовались принципами экологического и регионального дизайна [1].



Рис. 1. Визуализация проекта

В проекте территория разделена на три зоны: верхний лагерь, нижний лагерь и пляж. Ключевым моментом зоны верхнего лагеря является «место памяти», которое должно стать ядром проекта. Оно композиционно выделено и оформлено в виде альпийской горки. Место памяти дополнительно оборудовано площадкой для проведения торжественных мероприятий и награждений, скамьями для сидения, информационными стендами. Общий облик завершается цветниками. По всей территории верхнего лагеря рассредоточены зоны отдыха, которые расположены преимущественно в жилых зонах.

В среднем лагере решена задача безопасного устройства «костровища». Предложен более удобный вариант внешнего вида и размещения сцены. Оборудовано место для проведения презентаций. Размещены дополнительные места для отдыха.

В зоне пляжа рассмотрен вариант безопасного спуска к воде. В соответствии с нормативными требованиями размещены спасательные конструкции. Предложен вариант размещения пирса с учетом удобной парковки и близости зоны отдыха.

Чтобы минимизировать затраты на реализацию проекта, нами предлагается использование в отделке вторсырья и природных подручных материалов. Изучив всю информацию о вторичном сырье и технологиях его переработки, мы рассмотрели возможности его применения для отделки. Предлагается использовать такие виды вторсырья, как измельчённая резина, металлическая стружка, макулатура, лом стекла и пластика, отходы бетонного и деревообрабатывающего производства (стружка), бутылки (рис. 2).



Рис. 2. Вторичное сырье и природные материалы

Также для отделки можно применять природные материалы: кору, щепу, каменные отсыпки, спилы, листья, шишки, ветки, солому, чурки (или поленья), камыш, пробки, диски, опилки (рис. 2).



Рис. 3. Технологии материалов, используемых для благоустройства

Для создания отделочных материалов можно использовать технологии прессования, стабилизации, давления, заливки, кордвуд и другие (рис. 3). При этом вторсырье может использоваться как в виде наполнителя, так и в виде связующего (рис. 3). Это предоставляет возможность расширения ассортимента декоративной отделки. При низкой себестоимости качество материалов не уступает рыночным аналогам. Оставаясь экологически чистыми, они обладают такими функциями как звукоизоляция, прочность, огнестойкость, теплоизоляция, долговечность, морозостойкость.

Все эти материалы отлично подойдут для устройства дорожных покрытий, создания альпийской горки и отделки фасадов. Для наземных покрытий рекомендуется использовать насыпи (щепа, кора, торфяные брикеты, гравий, щебень, резиновая крошка, песок, дробленый камень); уплотненную землю с добавлением различных материалов (спилы, камень); травянистые и газонные дорожки (рис. 4).



*Рис. 4. Материалы наземных покрытий*

Для отделки фасадов мы предлагаем применить панели из стабилизированных материалов, спилов, прессованного вторсырья. Для устройства альпийской горки можно использовать отсыпки, насыпи и газоны.

#### **Список литературы**

1. *Санду О.М.* Принципы и подходы регионального дизайна// Сборник трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению «Технология художественной обработки материалов». Кострома, 2015. С. 411– 415.

*Жулдыбин Е.К.*, студент факультета «Право и гуманитарные науки»,  
e-mail: [ezhuldybin@inbox.ru](mailto:ezhuldybin@inbox.ru);  
*Поздеев И.Л.*, к.и.н., доцент, e-mail: [pozdeev79@gmail.com](mailto:pozdeev79@gmail.com)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»  
ФГБУН Удмуртский институт истории, языка и литературы Уро РАН

## **Об актуальных вопросах преподавания дисциплины «Правовое регулирование оборонно-промышленного комплекса»**

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы преподавания дисциплины «Правовое регулирование оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации» в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Показана актуальность данной темы, проанализирован опыт изучения дисциплины. Разработаны предложения по усовершенствованию подготовки кадров для ОПК с использованием указанной дисциплины.

**Ключевые слова:** сотрудничество, правовое регулирование, оборонно-промышленный комплекс, подготовка кадров, законодательство, дисциплина, анализ, интеллектуальная собственность.

ИжГТУ имени М.Т. Калашникова является одним из ведущих вузов страны в процессе подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса, ежегодно выпускающий высококвалифицированных специалистов в данной сфере. Более того, как отмечает ректора Б. А. Якимович, именно подготовка кадров для оборонной отрасли является главной миссией Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова [1].

Долгосрочное успешное сотрудничество ИжГТУ имени М.Т. Калашникова и ведущих предприятий Удмуртии – Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг», Электромеханический завод «Купол», «Концерн Калашников», Ижевский радиозавод, Воткинский машиностроительный завод, Сарапульский электрогенераторный завод – говорит об уровне и качестве подготовки кадров по востребованным оборонно-промышленным комплексом специальностям.

Оборонно-промышленный комплекс (ОПК) – совокупность научно-исследовательских, испытательных организаций и производственных предприятий, выполняющих разработку, производство, хранение, постановку на вооружение военной и специальной техники, амуниции, боеприпасов и т. п. преимущественно для государственных силовых структур, а также на экспорт [2].

Современные социально-экономические реалии одним из основных условий подготовки высококлассных специалистов для оборонно-промышленного комплекса выдвигают условия подготовки, сочетающие не только изучение технических, но и общественных дисциплин, в том числе изучение организационно-правовых основ регулирования ОПК. Во многом это обусловлено необходимостью грамотного ориентирования выпускников технических ВУЗов в системе нормативно-правовых актов, регулирующих общественные отношения в области деятельности организаций ОПК, в вопросах, касающихся государ-

ственной и иной, охраняемой законом тайны, в толковании и применении юридических документов различного уровня.

На данный момент в Ижевском государственном техническом университете имени М.Т. Калашникова преподавание дисциплины «Правовое регулирование оборонно-промышленного комплекса» ведется у студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по направлению «Юриспруденция».

Нормативно-правовая база, регламентирующая вопросы оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации и отражающая государственную политику в этой важной сфере, состоит из нормативно-правовых актов разного уровня с различным юридическим статусом (Конституция Российской Федерации, Федеральные законы, Указы Президента Российской Федерации, Постановления Правительства Российской Федерации, Распоряжения и нормативно-правовые акты различных министерств и ведомств). Кроме того, правовое поле отрасли содержит стратегии, несколько концепций и федеральные целевые программы. Отдельно следует выделить международные договоры, регламентирующие деятельность государств в сфере торговли оружием.

На занятиях студентами анализируются основные нормативно-правовые акты, регулирующие общественные отношения в области ОПК, прежде всего:

1) Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 30.12.2015) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд»;

2) Федеральный закон от 29.12.2012 N 275-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О государственном оборонном заказе»;

3) Закон РФ от 21.07.1993 N 5485-1 (ред. от 08.03.2015) «О государственной тайне»;

4) Федеральный закон от 13.12.1996 N 150-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об оружии»

4) Указ Президента РФ от 07.05.2012 N 603 "О реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса" и др.;

5) Федеральная целевая программа "Развитие оборонно-промышленного комплекса до 2020 года" и др.

В процессе обучения также разбираются учредительные документы оборонно-промышленных предприятий и производится юридическая экспертиза указанных актов.

Таким образом, студенты получают представление о организационно-правовом обеспечении деятельности организаций ОПК, регулировании деятельности внутри оборонных предприятий, об ответственности за нарушение законодательства, учатся давать юридическое заключение нормативно-правовым актам в сфере ОПК.

Сложившийся опыт преподавания дисциплины, актуальность дисциплины, положительные отзывы и интерес студентов позволяют сделать несколько предварительных выводов:

1) Необходимо распространить опыт преподавания дисциплины «Правовое регулирование оборонно-промышленного комплекса» на специальностях оборонного профиля;

2) Для закрепления теоретического материала, следует организовать содействие предприятий оборонно-промышленного комплекса и ВУЗов в области правового регулирования. В частности, проведение открытых лекций юристами-практиками данных предприятий, проведение прикладных научных исследований и т.д.

3) Требуется расширение предметного поля дисциплины за счет включения новых направлений, в частности, права интеллектуальной собственности.

### Список литературы

1. Всероссийское совещание по подготовке кадров для ОПК: итоги. URL: <http://young-science.ru/sections/expertise/31-qq/1591-p----.html> (дата обращения 28.02.2016 г.)
2. *Латышенко Д. К.* Современное состояние оборонно-промышленного комплекса России // Вестник СибГАУ. 2015. Т.16. №1 С. 253.

*Зайцев А.В.*, студент; *Чернышев А.С.*, студент;  
*К.И. Кишкан*, студент, e-mail: [kkishkan@gmail.com](mailto:kkishkan@gmail.com);  
*Стукач В.Н.*, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Реконструкция моста через реку Иж по ул. Свердлова в г. Ижевск

**Аннотация:** Представлен проект реконструкции пешеходного моста через реку Иж по ул. Свердлова в г.Ижевске в мост для проезда легковых и грузовых малотоннажных автомобилей типа «Газель». Проведено обследование конструкции моста, выполнен расчет несущих пролетных балок с учетом действия подвижных нагрузок от автомобиля. Спроектированы наклонные участки моста для движения автотранспорта, проведен расчет несущих конструкций этой части моста, спроектированы новые узлы опирания. Спроектирован консольный пешеходный тротуар.

**Ключевые слова:** Мост, реконструкция, обследование, проектирование, расчет.

Основные конструкции существующего моста – две несущие сварные двутавровые металлические балки с консольными свесами, к концам которых приваривают наклонные балки с лестничными маршами (рис. 1).

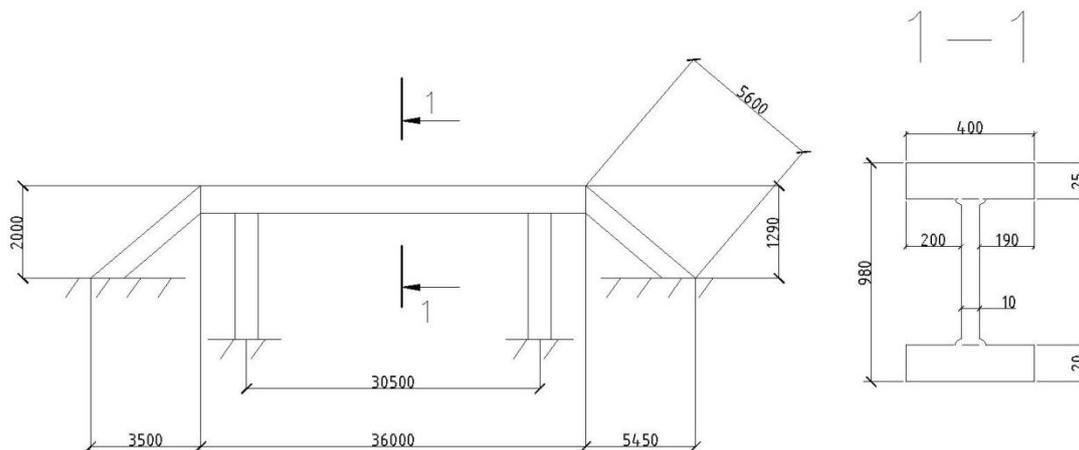


Рис. 1. Схема моста

Мостовая балка выполнена сварной в виде неравнополочного двутавра (рис. 1). Для обоснования возможности проезда автомобильного транспорта необходимо, прежде всего, провести расчет несущих балок моста.

По компоновке мост представляет собой статически неопределимую систему с четырьмя опорами и с соединением (близким к шарнирному) наклонных частей моста с горизонтальной частью.

Согласно рекомендациям СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» [1] расчет пролетной части моста выполнен по расчетной схеме балки, опирающейся на шарнирные опоры.

Нагрузка, воспринимаемая балкой, состоит из постоянной равномерно распределенной нагрузки (от собственного веса, деревянного настила и элементов связи) и нагрузки временной в виде двух сосредоточенных сил от давления на колеса автомобиля.

Расчет балки выполнен на общую временную расчетную нагрузку на четыре колеса для автомобиля «Бычок» равную 10т.

Линии влияния опорного давления на балку от подвижной нагрузки и схема расположения нагрузок на мост представлена на рис. 2 и 3. Невыгодное положение грузов возникает при действии сил на колеса задней оси, при нахождении последней в центре балки ( $l/2=15\text{м}$ ).

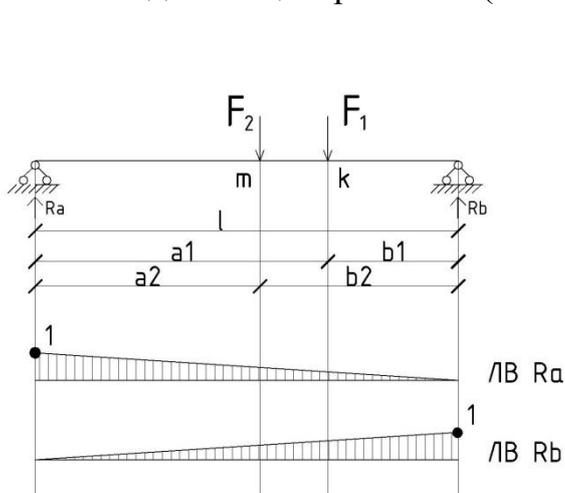


Рис. 2.

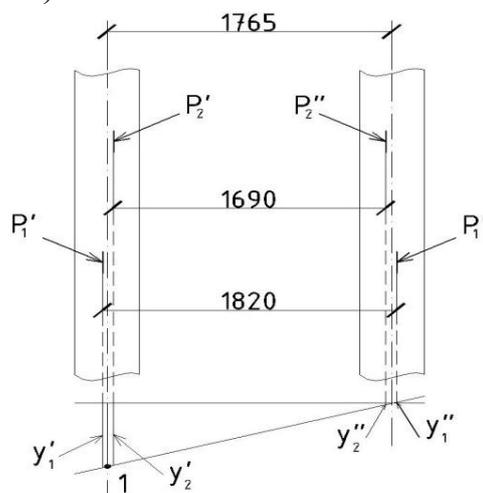


Рис. 3.

Схема расположения нагрузок на колеса автомобиля «Бычок» и линии влияния опорного давления на балку представлены на рис. 3.

Погонная постоянная нагрузка равна  $q_p = 3$  кН/м.

Усилия давления на несущую балку от колес автомобиля  $F_1$  и  $F_2$  определяются по линиям влияния опорного давления (рис. 2, 3) по формулам

$$F_1 = P_1 (y_1' + y_1''), \quad (1)$$

$$F_2 = P_2 (y_2' + y_2''), \quad (2)$$

где  $P_1$  – давление на колесо передней оси автомобиля, а где  $P_2$  – давление на колесо задней оси автомобиля.

Расчет балки выполнен по двум группам предельных состояний согласно [ 2, 3]. Максимальные напряжения в опасном сечении балки равны  $\sigma_{\max} = 74,6$  МПа, что существенно ниже расчетного сопротивления стали  $R_y = 215$  МПа.

Условие жесткости выполняется:

максимальный прогиб  $f = 7,34$  см  $< [f] = l/400 = 7,63$  см.

В зоне стыка балок соединение частей балки накладками на стенках недостаточно (рис. 4а), поэтому стык необходимо усилить поясными накладками, размеры которых выбраны из условия равной прочности поясов балки и поясных накладок.

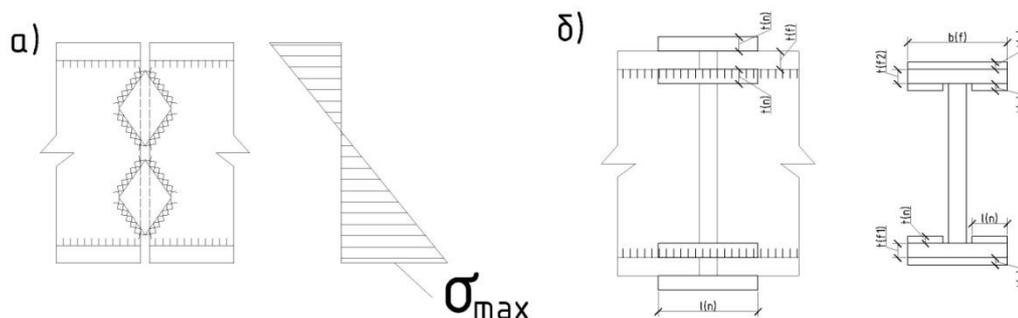


Рис.4. Усиление стыка балок

Площадь накладок, привариваемых к поясам, должна быть не меньше площади пояса. Рекомендуемая конструкция стыка представлена на рис. 4б.

Таким образом, прочность и жесткость пролетных балок моста обеспечена для проезда легковых автомобилей и грузовиков с массой до 10 тонн.

Существующие наклонные участки моста не предназначены для движения автомобилей, а служат для движения пешеходов. Поэтому необходимо заново спроектировать наклонные участки моста.

Угол наклона проезжей части наклонных участков моста не должен превышать  $16^\circ$  [1]. Исходя из этого угла наклона, определяем длины наклонных участков моста (рис. 5).

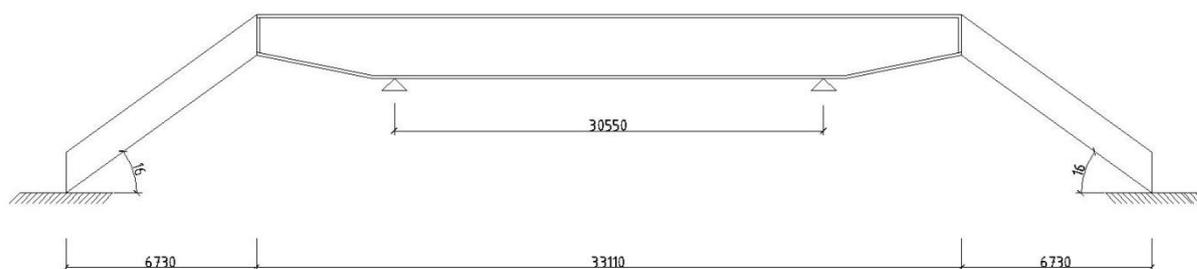


Рис. 5. Общая схема моста после реставрации

На основании расчетов наклонные несущие балки выбраны в виде двутавров 45Б2, которые соединяются в узле стыка с главной пролетной балкой и опираются на вертикальную двутавровую колонну, которая, в свою очередь, опирается через ростверк на буронабивную сваю. Наклон несущих балок въезда на мост –  $16^\circ$ . Примыкание наклонной балки въезда к пролетной балке моста выполняется через фланец, привариваемым к пролетной и наклонной балкам с помощью сварки, либо с помощью болтового соединения. Вторая опора наклонной балки опирается на фундамент, состоящий из ростверка и буронабивной сваи (рис. 6).

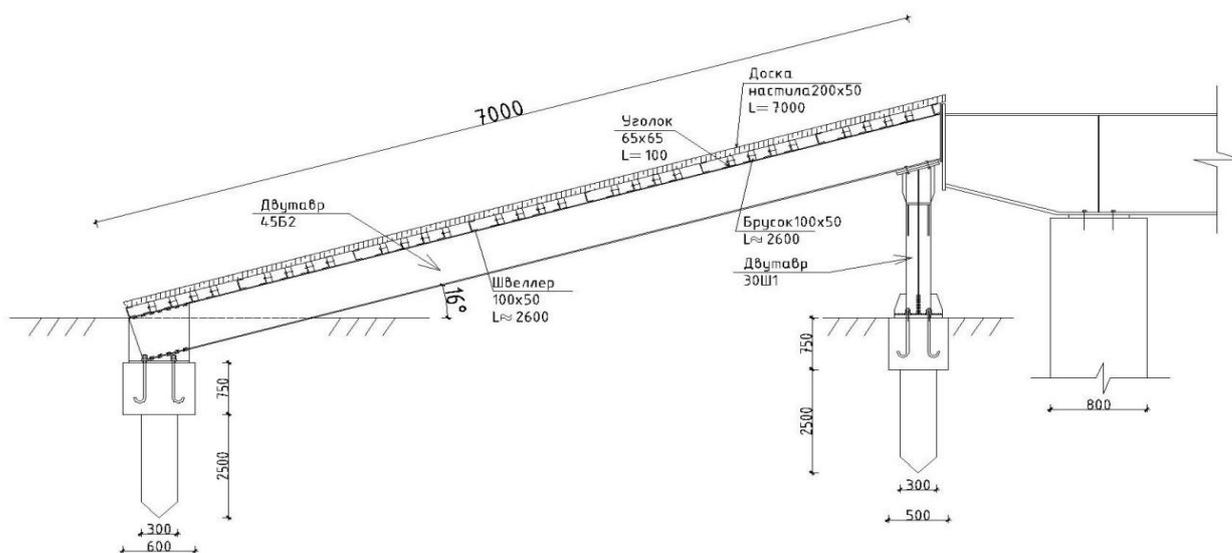


Рис. 6. Наклонная часть проектируемого моста

Верхний настил проезжей части съезда моста выбираем в виде деревянного продольного настила из досок. Настил опирается на прогоны, которые укладываются на основные наклонные двутавры. Прогоны выполняются в виде швеллеров N10 (ГОСТ 8246-97) и брусьев наката 100x50мм. По краям верхнего настила устанавливаются колесоотбойники из бруса. Швеллеры привариваются к наклонным двутаврам, а крепление деревянных брусьев выполняется с помощью уголков 65x65мм. Схема расположения прогонов представлена на рис. 7.

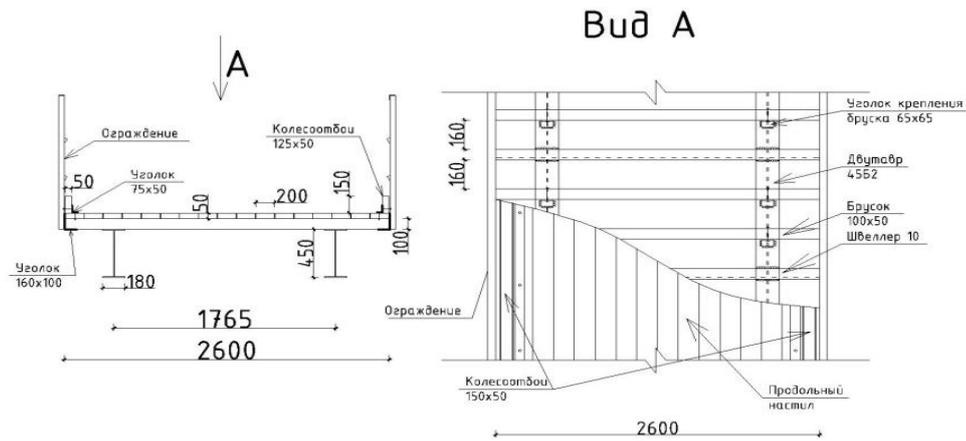


Рис. 7. Расположение прогонов на наклонной части моста

При расчете настила его собственным весом можно пренебречь ввиду его малого влияния на итоговый изгибающий момент. Расчет выполняется на воздействие колеса автомобиля с учетом его распределения на элементы рабочего настила.

Схема распределения нагрузки от одного колеса и схема для расчета продольного деревянного настила представлена на рис. 8.

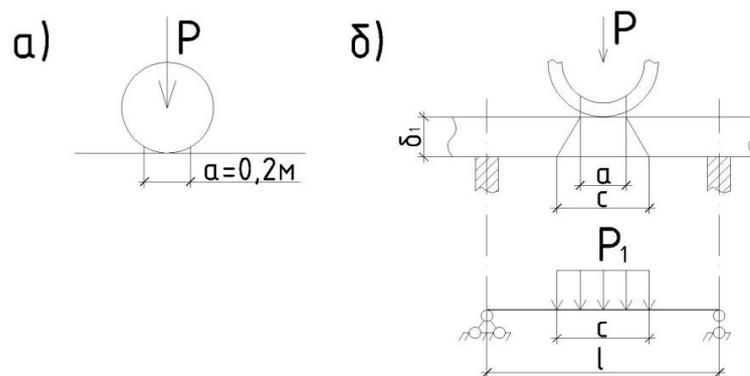


Рис. 8. а – схема распределения нагрузки от одного колеса; б – расчетная схема элемента продольного настила

Изгибающий момент в продольном рабочем настиле от колеса равен [1]:

$$M = \frac{f_{fp} P(2l - c)}{8}, \quad (3)$$

где  $f_{fp} = 1,5$  – коэффициент надежности по нагрузке;  $P$  – нагрузка от колеса экипажа;  $l$  – расчетная длина доски настила.

Расчет на изгиб продольного настила выполнен в соответствии с требованиями СНиП [4, 5].

На основании проведенных расчетов выбираем доски настила  $b \times \delta = 150 \times 50$  мм, шаг прогонов в свету  $l_1 = 160$  мм.

Спроектирована консольная пешеходная дорожка. Основным несущим элементом пешеходной дорожки является стержневая угловая система, состоящая из горизонтали и подкоса, которые привариваются к ребру жесткости пролетной балки. Схема конструкции приведена на рис. 9.



*Измайлов И.Р.*, магистрант, e-mail: izmailoff.ilnur@yandex.ru  
*Шляев С.А.*, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## **Разработка технического решения по переоборудованию велосипеда в электровелосипед**

**Аннотация:** В данной статье рассматривается возможность переоборудования обычного велосипеда в электровелосипед. На сегодняшний день использование электровелосипеда становится актуальным для всех типов городов, а особенно для больших городов и мегаполисов, где люди тратят в сутки около 4-5 часов стоя в пробке, а то и больше (все это зависит от дальности поездки до места работы и численности населения). При переоборудовании велосипеда в электровелосипед необходимо решить ряд важных задач, таких как: какой подобрать электромотор, какие выбрать аккумуляторные батареи, тип привода (передний, задний, полный), как заряжать аккумуляторные батареи и пр.

**Ключевые слова:** электровелосипед, электромотор, аккумуляторная батарея, передача, привод.

Идея сделать велосипед с мотором, в общем-то, не новая. И мысль о том, что было бы здорово, чтобы у велосипеда был собственный двигатель, наверняка не раз приходила каждому велотуристу при подъеме в гору или же при движении против ветра.

В свое время, в каждой деревне находился хотя бы один подросток, у которого был самодельный мопед, переделанный из старого велосипеда или же предел мечтаний любого подростка – фирменный мопед «Рига». Конечно, это были весьма несовершенные модели, которые часто ломались, и с которыми приходилось возиться неделю, чтобы потом прокатиться с ветерком пару минут.

Те времена уже давно прошли, однако в наше время велосипеды с мотором переживают второе рождение и все больше производителей стараются выпускать подобные модели. Чаще всего такие модели называют мотовелосипедами, электровелосипедами или попросту велосипедами с мотором. Основное их отличие в том, что за основу берется именно велосипед с велосипедной рамой, в то время как для мопедов рама изготавливается специально – хотя разница, на самом-то деле, не такая уж и большая и, скорее всего, подчеркивается, исходя из маркетинговой политики фирм-производителей.

В настоящий момент на рынке представлены следующие виды велосипедов с мотором [1]:

1. Велосипед с бензиновым двигателем. Как правило, на такие модели устанавливаются двигатели объемом не более 40 кубических сантиметров и максимальной мощностью около 4 л.с. Чаще всего такие мотовелосипеды обладают ручным устройством зажигания, т.е. необходимо крутить педали. Суще-

ствуют и самодельные модели с двигателями от бензопилы или газонокосилки. Максимальная скорость подобных велосипедов с бензиновым двигателем составляет примерно 40 км/ч, а их вес составляет около 30 кг. Кроме того, они весьма шумные и о тихой поездке можно забыть.

2. Велосипед с электрическим двигателем. По сравнению с предыдущим типом мотовелосипедов, безусловно, имеет ряд преимуществ: практически бесшумный ход, отсутствие выхлопных газов и необходимости заправлять велосипед бензином и, как следствие, высокая экологичность. Главные элементы такого велосипеда: электродвигатель и аккумулятор. Чтобы зарядить велосипед необходимо просто включить его в розетку и оставить, в зависимости от типа батареи от 2 до 8 часов. В некоторых моделях также предусмотрена зарядка при вращении педалей. Таким образом, при движении по ровной поверхности можно заряжать аккумулятор, а при необходимости преодоления подъема, использовать ранее накопленную энергию на работу двигателя [2].

Велосипед с электродвигателем, в зависимости от модели, может развивать скорость до 40 км/ч, а если учесть, что в момент работы двигателя можно крутить и педали, то при наличии соответствующей подготовки можно развить и большую скорость. Однако, встречаются модели, которые без помощи велосипедиста очень тяжело едут даже по ровной поверхности, а в гору могут остановиться. Поэтому, выбирая велосипед с электродвигателем, следует особое внимание уделить мощности самого электромотора и ёмкости аккумуляторной батареи.

Также существуют варианты, когда электродвигатель устанавливается прямо в переднее колесо – в этом случае, можно приобрести его отдельно и сделать из обычного велосипеда [3].

При этом, электровелосипеды, впрочем, как и бензиновые модели, не надо регистрировать, или иметь на них какие-либо права или подобные документы.

В целом, электровелосипед ВОлне конкурентоспособен, и отлично подойдет для приятных катаний без лишних усилий на довольно большие расстояния.

Сегодня велосипед с электроприводом бросает вызов автомобилю, позволяя легко и быстро добраться до работы, магазина и др. Конечно велосипед при этом остается велосипедом со всеми своими недостатками относительно автомобиля: отсутствие возможности транспортировки тяжелых грузов, отсутствие крыши и обогрева, что очень важно в зимние время. И при всех своих недостатках, подобные модели займут свое место в жизни многих людей.

**Актуальность** данной темы заключается в том, что в нашей республике среднее расстояние между населенными пунктами 15-20 км. Местные жители преодолевают эти расстояния на автомобилях, мотоциклах, скутерах, на гужевом транспорте и на велосипедах. У каждого перечисленного вида транспортного средства есть свои преимущества и недостатки, а также ограничения (возраст, наличие водительского удостоверения). На общем фоне транспортных средств можно выделить электровелосипед, поскольку он обладает

рядом преимуществ: не нужно заправлять топливом, не имеет ограничение по возрасту, возможность быстрого перемещения и т.д. Однако, существующие электровелосипеды могут иметь высокую стоимость для среднестатистического сельского жителя. В связи с чем, является актуальной задачей по переоборудованию обычного велосипеда с мускульной тягой в электровелосипед.

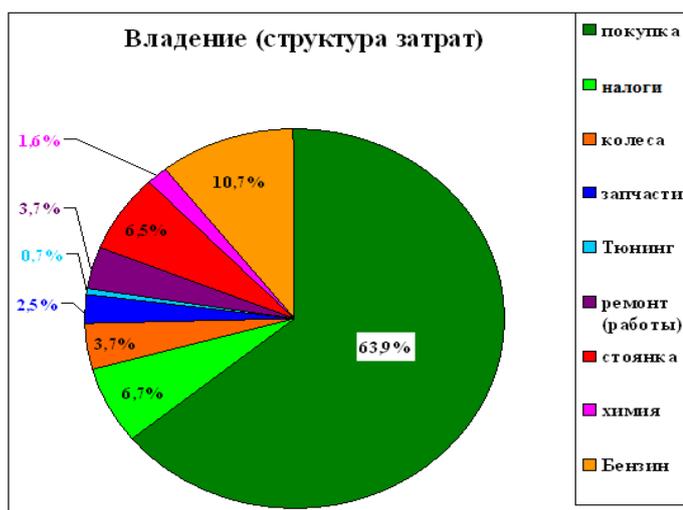
**Целью работы** является возможность переоборудования велосипедов с мускульной тяги, на электротягу.

Оценку экономически-эффективного использования электровелосипеда, рассмотрим при сравнении использования автомобиля, мотоцикла и скутера.

### **Структура затрат на содержание автомобиля**

Все затраты на содержание автомобиля были сгруппированы по категориям (рисунок) [4]:

- «Налоговые затраты» – налоги, пошлины, ОСАГО, штрафы и платежи.
- «Колеса» – покупка резины и дисков, услуги шиномонтажа и сезонного хранения колес.
- «Запчасти» – все материалы и запчасти, используемые при техническом обслуживании и ремонте автомобиля.
- «Тюнинг» – все материалы, запчасти и услуги, не относящиеся к техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.
- «Ремонт» – затраты на услуги по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля.
- «Стоянка» – затраты на автостоянку и парковки.
- «Химия» – полироли, «антидождь», салфетки, мойка автомобиля.
- «Бензин» – затраты на двигатель.



*Рисунок.* Структура затрат на содержание автомобиля

Рассмотрим затраты на содержание мотоцикла и скутера:

**Резина.** Пробег до предельного износа резины обычно около 10 тыс. километров. Дорогие бренды, например Michelin, увеличивают эту цифру до 20

тыс. километров пробега. На обоих колесах должна стоять резина одного типа. Невыполнение этого правила влечёт за собой непредсказуемость поведения байка на дороге. Если приводить усреднённый ценовой показатель, то он составит где-то 5000-9000 руб. и еще около 900 руб. за работу.

**Масло.** Замену масла нужно производить, проехав от 6-ти до 10-ти тыс. км. Причем, если вы не враг своему мотоциклу, до 10 тыс. км доводить не стоит. Расходы составят от 150 до 300 руб. за один литр и от 100 до 300 руб. за масляный фильтр.

**Цепь.** изнашивается за 15-20 тыс. километров пробега. За цепь и звёздочки потребуется выложить 2500-4500 руб. Комплекта должно хватить в среднем на два сезона. Смазка – спрей для цепи – обойдется около 500-900 руб. (2-3 баллончика).

**Тормозные колодки.** Износ тормозных колодок напрямую зависит от производителя и степени агрессивности езды. Например, три пары колодок «Ferodo» стоят 1800 руб.

**Свечи.** Замена свечей понадобится километров через 15-20 тыс. Обычно их комплект стоит не более 300 руб.

**Мелкие детали.** Непредвиденная замена перегоревших лампочек, треснувших поворотников, отломанного рычага сцепления и т.д. приблизительно добавляет еще 1500 руб. А на мойку мотоцикла за один сезон обычно уходит 1200-1500 руб.

**Топливо.** При постоянной езде и среднем расходе топлива 2-6 литров на 100 км, потребуется бензина АИ-95 не менее чем на 2000-6000 руб. в сезон.

**Страховка.** Стоимость полиса начинается от 5000 руб. только за «автогражданку». Страхование всех рисков может превысить 30000 руб. в год. Обязательная при страховании установка автосигнализации, которая обойдется примерно в 3000-9000 руб.

Итак, за один сезон, исключая крупный ремонт и учитывая официальное сервисное обслуживание на ТО, ваши расходы на содержание мотоцикла составят около 18000 руб. плюс примерно в 6000 руб. обойдется экипировка.

В таблице приведены виды расходов, присущие при содержании автомобиля, мотоцикла, скутера и электровелосипеда [5].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использовать электровелосипед выгоднее, чем автомобиль, мотоцикл и скутер, а именно:

1. Отсутствие финансовых затрат, необходимые для содержания автомобиля, мотоцикла и скутера. Электровелосипед не нужно регистрировать. Более того, нет необходимости покупать на него обязательную страховку. В большинстве случаев не нужны права для вождения. Но если они и понадобятся, переживать о штрафах за превышение скорости не будет нужды.

2. Прогнозируемое время прибытия в конечный пункт. Хотя скорость, которую могут развивать современные автомобили, мотоциклы, мопеды, на много выше, чем когда либо, в больших городах скорость в час-пик не выше 15-20 км/ч, а то и меньше. В отличие от мопеда, велосипед более маневренный в пробках.

**Таблица Расходы при содержании автомобиля, мотоцикла, скутера и электровелосипеда**

№ п/п	Виды расходов	Автомобиль	Мотоцикл	Скутер	Электровелосипед
1	Расход топлива, энергии/100 км	7-9 л	4-5 л	2-3 л	~ 6 руб.
2	Амортизация	~2 руб./км	~1,5 руб./км	~1 руб./км	~0,30 руб./км
3	Штрафы	возможны	возможны	возможны	возможны
4	Налог	8-20 руб. за 1 л.с. (до 150 л.с.)	4-12 руб. за 1 л.с. (свыше 20 л.с.)	4 руб. за 1 л.с. (до 20 л.с.)	нет
5	Наличие водительского удостоверения	да	да	да	нет
6	Ремонт, ТО	До 20000	До 13000	До 8000	До 3000
7	Страхование	ежегодно	ежегодно	ежегодно	по желанию
8	Прохождение технического осмотра	До 3 лет – 1 раз; 3-5 лет – 1 раз Более 5 лет – ежегодно	да	да	нет
9	Регистрация	да	да	да	нет

3. Не дорогой способ передвижения. Стоимость одного километра на электровелосипеде не превышает одной копейки, а для преодоления такого же расстояния на автомобиле в среднем нужно заплатить до 2,5 рублей (дороже в 250 раз). Основываясь на данной экономии, в 2005 году популярность электрического велосипеда во всем мире увеличилась на 20%, а в 2013 году – на 200%. И не удивительно, ведь при переводе затрат на топливо в затраты на электричество на одном литре бензина электровелосипед может проехать более 1 тысячи километров.

4. Не загрязняет окружающую среду. Он не создает шума, не загрязняет атмосферу токсичными газами выхлопов. Поездка по лесу создает ощущение пешего похода. Передвигаться на электровелосипеде очень приятно, так как тихая и плавная работа электродвигателя позволяет наслаждаться ездой, наблюдая за красочными пейзажами.

5. Забраться на горку без усилий. На электровелосипеде въехать в гору на много безопасней и легче, нежели на обычном велосипеде. В основном люди отказываются от езды на велосипеде из-за необходимости прикладывать дополнительные усилия при езде в гору. Не будет проблем с крутыми подъемами, если обзаведетесь электровелосипедом, поскольку всю тяжелую работу сделает электромотор.

Иметь свой электровелосипед намного выгоднее, чем автомобиль мотоцикл или скутер. Он подходит для людей широкой возрастной категории, все зависит от физического состояния респондента. С помощью электровелосипеда, человек будет в разы экономить свои финансовые средства. Электрове-

лосипед облегчит физические нагрузки для людей, которые используют его не для прогулок, а для поездок по своим делам.

### Список литературы

1. Современный велосипед / Ю. Разин, И. Гуревич, А. Вишневский, А. Григорьев и др., 2009.
2. *Петленко Б.И., Логачев В.Н.* Математическое моделирование электромобиля с комбинированной энергоустановкой. М.: Электричество, 1991.
3. *Гурьянов Д.И.* Оптимизация управления электромобилями малой грузоподъемности с приводами постоянного тока // Дис. канд. техн. М.: МАДИ, 1992.
4. *Гурьянов Д.И., Листвинский М.С.* и др. Математическое моделирование динамики работы тяговых аккумуляторных батарей // Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств / Сб. научн. тр. М.: МАМИ. 1995
5. *Корчак С.А., Фомин А.П.* Электропривод электровелосипеда // Межвуз. сб.н.тр./ Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств. М.: 1997.

*Казакова Л.В.*, студент, e-mail: studthom@rambler.ru

*Санду О.М.*, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Дизайн проект экопарка в микрорайоне «Старый аэропорт», г. Ижевск

**Аннотация проекта:** Целью проекта является создание инновационного для г. Ижевска проекта экопарка. Актуальность такого объекта для городской среды определяется экологической и энергетической эффективностью, а также способствует апробации технических решений нового поколения в области систем жизнеобеспечения и инфраструктуры.

**Ключевые слова:** Экопарк, экологический дизайн, благоустройство, городская среда.

В настоящее время в микрорайоне «Старый аэропорт» г. Ижевска проживают десятки тысяч человек. Этот микрорайон является относительно молодым. В процессе его застройки обнаружилась проблема нехватки «зеленых» и парковых зон, которые необходимы для восстановления физического и духовного здоровья населения и создания экологически гармоничной атмосферы. Частично эту проблему решает находящаяся в черте микрорайона лесная зона. Она представляет собой обширное пространство неосвоенных территорий.

Для решения проблем застройки микрорайона предлагается в лесной зоне расположить экопарк. Экопарк – это многофункциональная рекреационная зона нового поколения, сочетающая в себе все возможности всесезонного отдыха и

активно-познавательного досуга. Актуальность разрабатываемого проекта для Ижевска обусловлена необходимостью создания высокого уровня жизни, условий для здорового, комфортного и удобного отдыха горожан. Такой инновационный объект, как экопарк, на сегодняшний день является будущим урбанистики.

В данной работе предложен дизайн-проект экопарка «Старый аэропорт». В процессе разработки проекта мы руководствовались основными подходами экологического и регионального дизайна [1].

Объект предназначен для жителей микрорайона и города. Способствует решению ряда задач: восстановлению экологии Ижевска, организации культурного отдыха населения, проведения культурно-просветительных и физкультурно-оздоровительных мероприятий. Также является важной для города инновационной площадкой для апробации технических решений нового поколения в области систем жизнеобеспечения и инфраструктуры.

Согласно проекту, экопарк включает в себя следующие зоны: тихого отдыха, активного отдыха для детей, физкультурно-оздоровительных и массовых мероприятий, хозяйственно-административная и научно-познавательная.

Благоустройство территории предполагает размещение развлекательных сооружений, детской и спортивной площадок, системы освещения, скамеек, беседок, урн, организацию системы озеленения, создание дорожно-тропиночной сети.

В пространстве экопарка предусмотрено применение эко-инноваций: использование экологичных строительных и отделочных материалов, вторсырья. Скамейки оснащены светодиодной подсветкой. Фонари на солнечных батареях, накопители дождевой воды для полива газонов, велогенераторы для зарядки гаджетов и, конечно, Wi-Fi.

Проект носит долгосрочный характер и решает экологические проблемы городской среды. Были рассмотрены возможности реализации проекта. Источником прибыли может быть проведение коммерческих мероприятий: мастер-классов, выставок и экскурсий, аренда спортивного инвентаря и приобретение эко товаров.

В настоящее время проведена промежуточная апробация проекта на выставке студенческих работ. Работа получила второе место в номинации «Дизайн».

### **Список литературы**

1. *Санду О.М.* Принципы и подходы регионального дизайна// Сборник трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению «Технология художественной обработки материалов». Кострома, 2015. С. 411- 415.

*Кисляков К.А.*, аспирант, e-mail: kafedra.pgs@mail.ru;  
*Кисляков М.А.*, студент группы Б02-500-1, кафедра «ПГС»;  
*Симаков Н.К.*, студент группы Б02-500-2, кафедра «ПГС»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## **Классификация геосинтетических материалов и области их применения в дорожном строительстве**

**Аннотация:** В статье приведена классификация геосинтетических материалов и их применение в дорожном строительстве. Геосинтетические материалы являются перспективными строительными материалами, применение которых при проектировании дорог обеспечивает высокий уровень конструктивных решений, технологий строительства, культуры производства и выполнения экологических требований к сооружаемым объектам. Строителям приходится проводить обследование дорог и реализовывать мероприятия по улучшению физико-механических свойств грунтов. В данной работе выявлена необходимость разработки и совершенствования разнообразных способов обследования дорог и устройства дорожных одежд, каждый из которых мог бы оказаться наиболее целесообразным. Проведен анализ применяемых в отечественной и мировой практике методов повышения несущей способности грунтов, что позволило выделить из их числа перспективные, среди которых наиболее эффективными и наименее разработанными в Удмуртской Республике являются автомобильные дороги с применением геосинтетических материалов. С этой целью и приведена классификация геосинтетических материалов, которая осуществляется с разделением на типы, классы, виды.

**Ключевые слова:** геосинтетические материалы, грунты, классификация, функции, применение, типы, классы, виды.

Мировой опыт и многие исследования показывают эффективность применения геосинтетических материалов при новом строительстве и ремонте дорожных конструкций. Позволяет повысить эксплуатационные характеристики и улучшить физические свойства грунтов основания. Снижается риск разрушения дорожных конструкций в эксплуатационный период, возрастает срок службы [1].

Основными требованиями к геосинтетическим материалам в зависимости от применяемого материала являются: водостойкость, биостойкость, стойкость к действию кислотных и щелочных сред, возможных в условиях эксплуатации, светостойкость, механические свойства волокон.

За рубежом уже имеется достаточный опыт применения синтетических материалов в дорожном проектировании и строительстве.

Развитие химической промышленности, значительное расширение номенклатуры синтетических и композитных материалов, упрощение технологии и улучшение их физико-механических характеристик приводит к существенному понижению стоимости производства проектируемых автодорог.

Геосинтетические материалы являются перспективными строительными материалами, применение которых при проектировании дорог обеспечивает высокий уровень конструктивных решений, технологий строительства, культуры производства и выполнения экологических требований к сооружаемым объектам.

Опыт применения «армированного грунта» за рубежом огромен. Существует множество теоретических и экспериментальных исследований ученых различных стран, посвященных механике армированного грунта. Поэтому научные исследования в области применения геосинтетических материалов в нашей стране целесообразно дополнить активным внедрением в практику проектирования и строительства автомобильных дорог и в Удмуртской Республике (УР).

Покрытия автомобильных дорог относятся к инженерным сооружениям, расположенным на границе раздела двух сред (воздух-грунт), в чем и проявляется специфика их работы и эксплуатационного содержания. Как известно способность дорожных одежд воспринимать нагрузки напрямую зависит от состояния поверхностных слоев грунта, которое непостоянно во времени в связи с сезонным размоканием, высыханием, замерзанием и оттаиванием под влиянием изменения метеорологических факторов – атмосферных осадков и температуры воздуха. Диапазон изменения несущих свойств поверхностного слоя грунтов в течение года в УР весьма значителен, особенно в районах с морозной зимой: от прочной, практически не деформирующейся под колесами мерзлой поверхности, до слабой водонасыщенной при весеннем оттаивании. Кроме этого иногда приходится проектировать и строить дороги на тяжелых глинистых, просадочных, техногенных грунтах, на территориях со сложными гидрогеологическими и климатическими условиями, в стесненных условиях.

Во всех этих случаях строителям приходится проводить обследование дорог и реализовывать мероприятия по улучшению физико-механических свойств грунтов, к которым относятся укрепление грунтов цементом, известью, вяжущими материалами, уплотнение грунтов специальными высокопроизводительными машинами, регулирование водного режима грунтов оснований при помощи дренажного устройства.

Многообразие грунтово-климатических условий районов строительства, различные условия работы отдельных конструктивных слоев, значительное количество воздействующих на покрытие факторов в сочетании с естественным разбросом качественных характеристик применяемых материалов требуют глубокого анализа при выборе и обосновании соответствующего способа улучшения физико-механических свойств грунтов [2].

Все это предопределяет необходимость разработки и совершенствования разнообразных способов обследования дорог и устройства дорожных одежд, каждый из которых мог бы оказаться наиболее целесообразным.

Анализ применяемых в отечественной и мировой практике методов повышения несущей способности позволили выделить из их числа

перспективные, среди которых наиболее эффективными для решения указанных выше задач и наименее разработанные у нас в стране являются автомобильные дороги с применением геосинтетических материалов.

Геосинтетические материалы – класс полимерных строительных материалов, которые сами или в составе конструкций на грунтах могут выполнять функции армирования, фильтрации, разделения и дренирования и обладают качественно новыми свойствами по сравнению с традиционными строительными материалами, а именно:

- высокой прочностью;
- химической стойкостью;
- долговечностью;
- высокой температуростойкостью;
- низкой материалоемкостью и др.

По структуре геосинтетические материалы подразделяются на:

- геотекстиль;
- георешетки;
- геосетки;
- геокомпозиты;
- геоматы;
- геокамеры;
- геомембраны [3].

По проницаемости геосинтетические материалы можно отнести к 4 категориям – изоляционные, влагонепроницаемые, газонепроницаемые, фильтрующие и дренажные.

Все они в свою очередь подразделяются по видам: на сыпучие, рулонные материалы и геопены.

По отношению «нагрузка/удлинение»: на нерастяжимые, растяжимые и сверхрастяжимые.

Классификация геосинтетических материалов осуществляется с разделением на типы, классы, виды (рис. 1, 2).

При рассмотрении функции «Армирование» подразумевается использование в грунтовых конструкциях специальных элементов, которые позволяют увеличить механические свойства грунта. Работая в контакте с грунтом, армирующие элементы перераспределяют нагрузку между участками конструкции, обеспечивая передачу напряжений с перегруженных зон на соседние недогруженные. Эти элементы могут быть изготовлены из различных материалов работающих на растяжение: металл, железобетон структуры из стеклянных или полимерных волокон.

В дорожной отрасли можно выделить несколько направлений применения геосинтетиков, и в каждом из них возможно использование множества видов геосинтетических материалов. Например, при укреплении слабых оснований можно использовать и георешетку, и геосетку, и геотекстиль. Таким образом, многие геосинтетические материалы взаимозаменяемы, что является немаловажным аспектом преимущества их применения над традиционными технологиями.

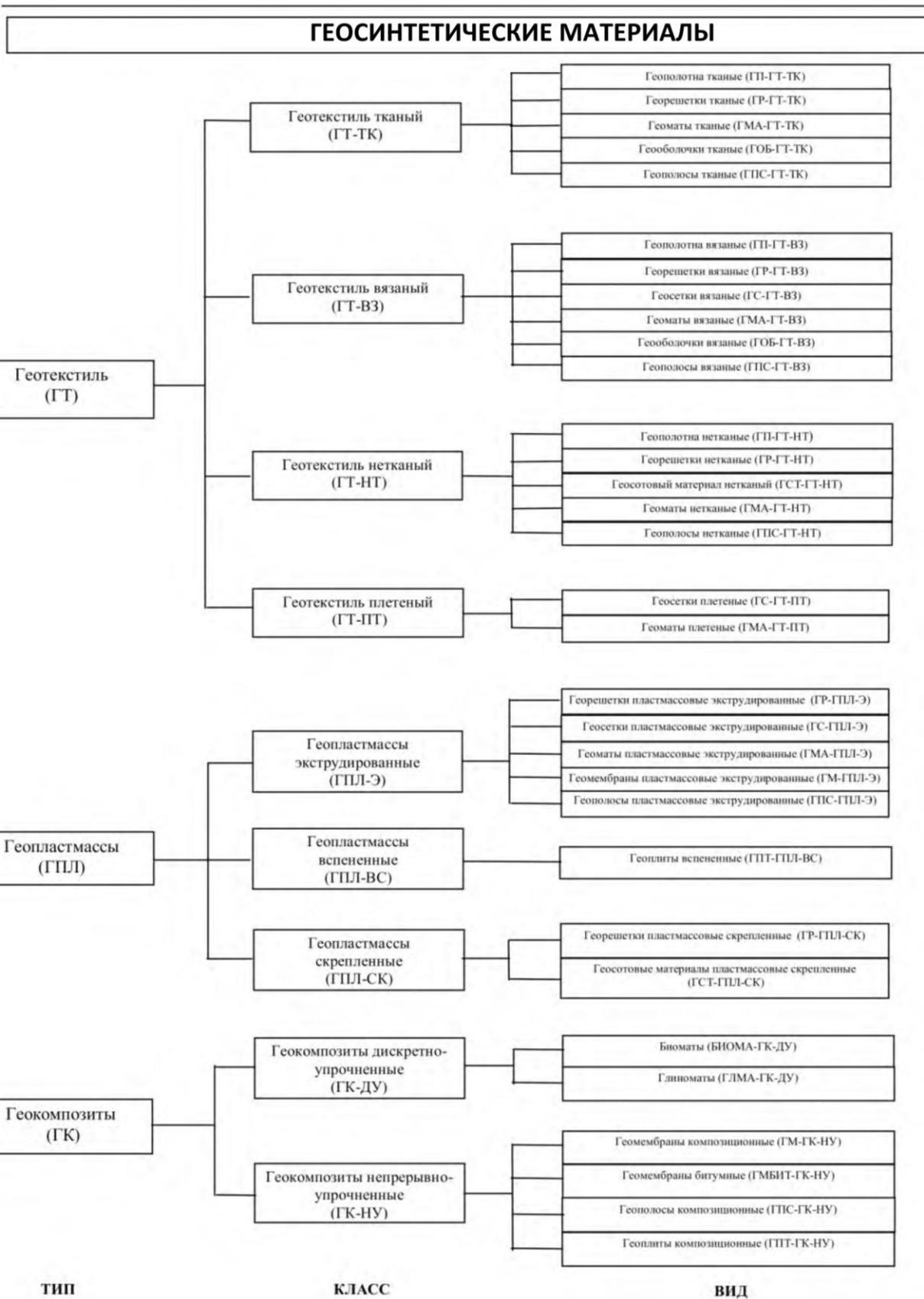


Рис. 1. Общая классификация геосинтетических материалов

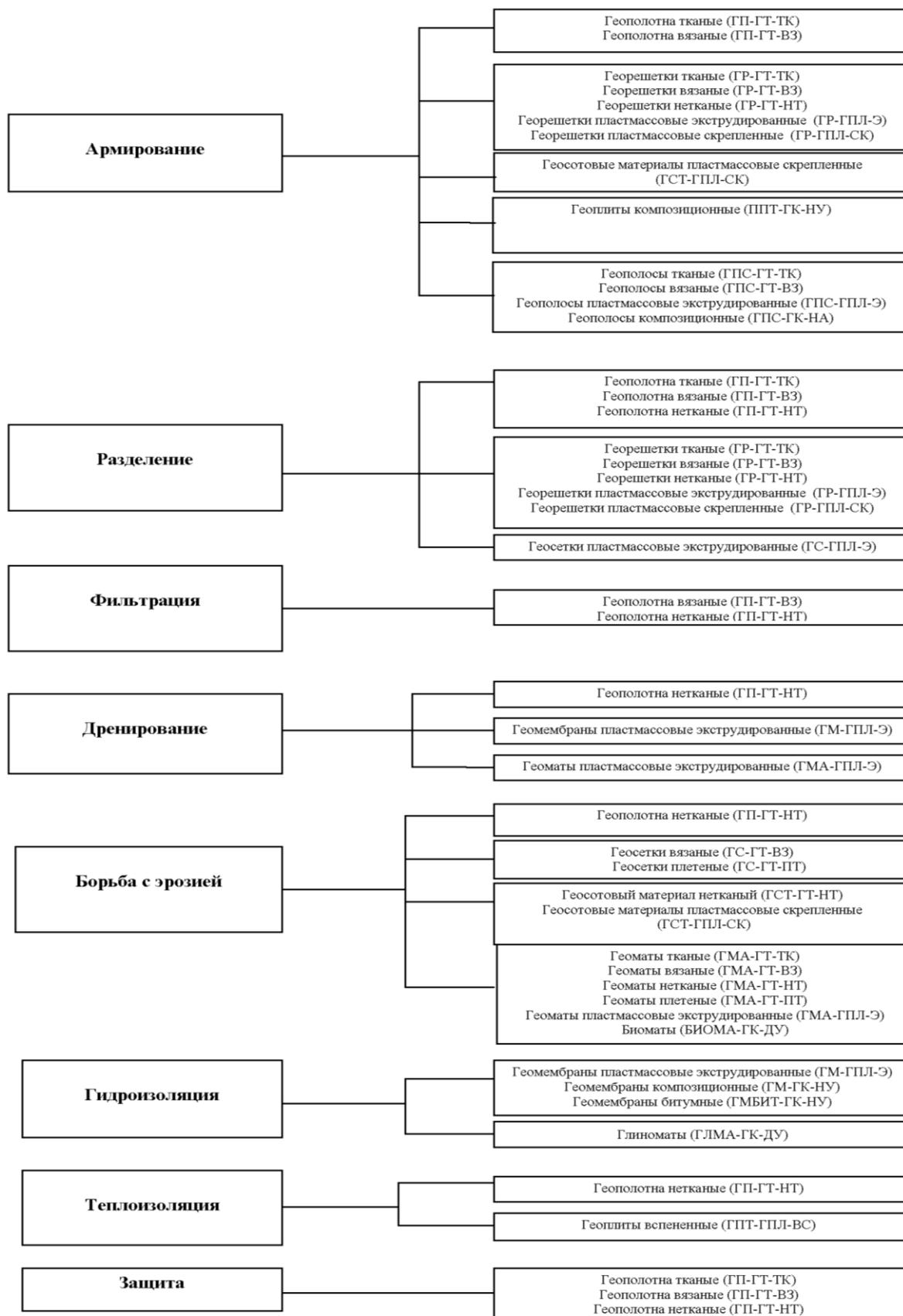
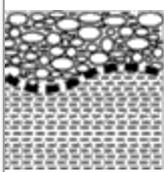
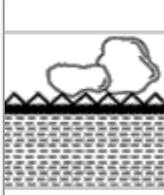
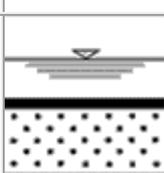
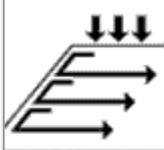
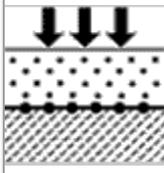


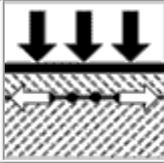
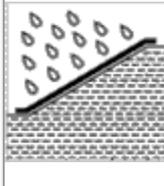
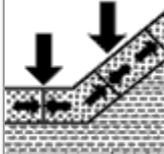
Рис. 2. Классификация геосинтетических материалов по функциям применительно к дорожному строительству

Приведенную выше классификацию синтетических материалов по функциям можно представить в следующем виде.

Применение геосинтетических материалов при проектировании дорог и конструировании покрытий дорожных одежд основано на введении в конструкцию синтетического элемента. В зависимости от назначения конструкции, особенностей конструктивного решения и вида материала, геосинтетика может выполнять либо одну функцию, либо несколько функций одновременно [4]. Наиболее известные функции геосинтетических материалов представлены в таблице.

**Таблица. Основные функции геосинтетических материалов**

<b>Функции геосинтетики</b>			
<b>Функция</b>	<b>Символ</b>	<b>Материал</b>	<b>Описание</b>
Фильтрация		<ul style="list-style-type: none"> <li>• геотекстиль</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Позволяет миграцию жидких средств без перемещения грунтовых фракций
Дренаж		<ul style="list-style-type: none"> <li>• георешетки</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Отвод жидких средств
Разделение		<ul style="list-style-type: none"> <li>• геотекстиль</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Предотвращает перемешивание двух различных грунтов или материалов
Обеспечение безопасности		<ul style="list-style-type: none"> <li>• нетканый геотекстиль</li> <li>• геосетки</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Предохраняет от повреждений структуру, материал или другие геосинтетические материалы
Гидроизоляция		<ul style="list-style-type: none"> <li>• геомембраны</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Барьер для жидких средств
Усиление стен/откосов		<ul style="list-style-type: none"> <li>• моноориентированные георешетки</li> <li>• тканый геотекстиль</li> </ul>	Распределение растягивающих усилий в толще грунта
Усиление слабых грунтов		<ul style="list-style-type: none"> <li>• георешетки двойного ориентирования</li> <li>• геотекстиль</li> <li>• геокомпозиаты</li> </ul>	Увеличение несущей способности грунта

Функции геосинтетики			
Функция	Символ	Материал	Описание
Усиление асфальта, бетона		<ul style="list-style-type: none"> <li>• георешетки двойного ориентирования</li> </ul>	Обеспечивает выносливость и сопротивление растяжению
Контроль эрозии и стабилизация поверхностей		<ul style="list-style-type: none"> <li>• геоматы</li> <li>• геоячейки</li> <li>• биоматы</li> <li>• биосетки</li> </ul>	Предотвращает отделение и перемещение грунта в результате дождей, стоков и ветров, заделка основания
Ограждение		<ul style="list-style-type: none"> <li>• геоячейки</li> </ul>	Сопротивление боковому перемещению грунтовых масс

В строительной практике широко применяются именно геосинтетические полимерные материалы, изготовленные из натуральных или синтетических полимеров в виде плоских форм, трехмерных структур или лент. Исходным сырьем для таких материалов в основном являются: полипропилен (PP), полиэтилен (PE), высокопрочный полиэтилен (HDPE), полиэфир (PET) (лавсан), полиамид (PA) (капрон).

Существует большое количество разновидностей геоматериалов, но мы выделим восемь основных видов: геотекстиль, георешетки, полимерные геосетки, стеклосетки, геоматы, геомембраны (геокомпозиты), сетконы, объемные георешетки.

Геотекстиль – один из видов геосинтетиков; геоткань (тканое полотно), а также нетканое полотно, изготавливаемые иглопробивным, термоскрепленным или гидроскрепленным способами из полипропиленовых или полиэфирных нитей – из одной бесконечной нити (мононить), либо из обрезков 5-10 см (штапель). Плотность материала может варьировать от 10 г/м<sup>2</sup> до 600 г/м<sup>2</sup>. Обладает морозостойкостью и выдерживает низкие температуры (–550 С°) без изменения прочности, при введении специальных добавок может приобретать термостойкость до 1300 С°. Устойчив к воздействию воды, кислот и щелочей, имеет низкое водопоглощение, не гниет и неплесневеет, что способствует его длительному использованию. Плотность холста составляет от 100 до 900 г/см<sup>2</sup>, причем с плотностью связана и толщина полотна – чем плотнее геотекстиль, тем он толще. Поскольку геотекстиль применяется не только в строительстве, то следует обратить внимание и на ширину рулона, которая должна быть не менее 3 м. шириной 1,5 или 1,7 м в геотехническом строительстве не применяется.

Георешетки – один из видов геосинтетиков, который представляет собой двухмерную или трехмерную сотовую структуру, изготовленную из полос

полиэфирного иглопробивного полотна или полиэтиленовых и полипропиленовых лент, скрепленных между собой сварными швами высокой прочности. Материал не подвержен гниению, воздействию кислот, щелочей. Срок службы георешетки, геоячейки не менее 50 лет. Рабочий температурный диапазон  $-60 \div +60 \text{ C}^\circ$  [5].

Полимерные геосетки – рулонные материалы, имеющие ячеистую структуру, изготавливаются из полимерных нитей или лент. Сетки могут пропитываться специальным полимерным составом, который обеспечивает стабильность структуры сетки, высокую разрывную нагрузку. Геосетка производится различными способами: литьём, соединением узлами, переплетением нитей. Высокие механические характеристики и применение для создания армирующих прослоек. Стеклянными геосетками армируют верхние слои дорожных одежд из разного вида асфальтобетонов [5].

Стеклосетки – полотно с множеством прямоугольных ячеек, образовавшихся путём переплетения стеклянных комплексных нитей с дальнейшим нанесением полимерного покрытия и термообработкой, что обеспечивает стабильность стеклосетки и высокую нагрузку на разрыв. Прочность стеклосеток сопоставима с полимерами, удлинение при разрыве меньше, а ползучесть и вовсе отсутствует. При этом температурная стойкость стекломатериалов, в отличие от полимеров, может достигать  $3000\text{C}$  положительной и  $600\text{C}$  отрицательной температуры, к тому же эти материалы стоят недорого. Механическая повреждаемость для разных условий работы и способов укладки от 35 до 85 % при 25000-ных циклах нарушений происходит за счет истирания и изломов волокон стекломатериала. Стекловолокна, применяемые в качестве сырья для производства геосеток, не являются экологически безвредным материалом. Они способствуют развитию в организме человека онкологических заболеваний [6].

Геоматы – это рулонный материал, представляющий собой композит, который состоит из геосетки и искусственного полимерного материала объемной формы. Полотно является высокопрочной объемной конструкцией с хорошим качеством драпировки, это позволяет конструкции не разрушаться и находиться в постоянном контакте с грунтовым профилем; геомат устойчив к ультрафиолетовому излучению. Устойчив к воде – не теряет свои свойства в пресной и соленой воде. Устойчив к химическим воздействиям, к воздействию микроорганизмов, к воздействию температур - от  $-60\text{C}$  до  $100\text{C}$ . Устойчив к воспламеняемости – низкий уровень огнеопасности и низкий уровень дымообразования; разрешен для применения при устройстве отделок тоннелей. Нетоксичен (можно применять в контакте с питьевой водой).

Геомембраны (геокомпозиты) – геосинтетик, изолирующий материал, применяющийся в строительстве для гидроизоляции. Химический состав геомембран разнообразен. Как правило, это битум-содержащие мембраны (GSB), полимеры (PVC, PIB, ECB, CPE и др.) и эластомеры (EPDM, Butil, и др.). Из-за высокой эластичности и водонепроницаемости EPDM-мембраны используют в качестве гидроизоляционного материала для создания водоемов,

тоннелей, каналов, полигонов ТБО, навозохранилищ, в строительстве для гидроизоляции крыш и фундаментов. Материал, как правило, поставляется в рулонах. Ширина стандартного рулона 2-12 метров, длина 2-150 метров, толщина 0,65-6,0мм, рабочий температурный диапазон - -60...+100 °С.

Сеткины – это синтетический верёвочный сетчатый контейнер, изготавливаемый из полипропиленовых канатов. Сетчатые контейнеры подразделяются по форме и размерам на 3 типа: плоские; цилиндрические, сферические.

Объемные георешетки – гибкий компактный модуль, состоящий из скреплённых между собой полимерных лент, образующих в растянутом положении объёмную ячеистую конструкцию с заданными геометрическими параметрами.

Основными характеристиками являются разрывная нагрузка ленты и прочность шва в процентах от прочности ленты. Материал не подвержен гниению, воздействию кислот, щелочей. Срок службы георешетки, геоячейки не менее 50 лет. Для фиксации модуля объёмной георешетки применяются пластиковые анкера, металлические анкера длиной 500 мм, 800 мм или железная арматура. Материал поставляется в модулях, покрываемая площадь 10÷25 м<sup>2</sup>, высота ячейки 50÷300 мм, диагональ ячейки 150÷300 мм, толщина стенки ленты 1,1÷4,5 мм, цвет материала черный, белый (синтетическая лента), рабочий температурный диапазон -60 ÷ +60 С° [7].

Выявили положительные свойства вышеперечисленных материалов.

Усиление слабых оснований. При строительстве на слабых грунтах применение геоматериалов позволяет сокращать либо количество материала обломочных горных пород, как правило, требуемого для распределения нагрузки, либо объем заменяемого грунта за счет внедрения армирующих прослоек. Применяются двухосные геосетки, георешетки, высокопрочный геотекстиль, объёмные георешетки.

Армирование подпорных стен и откосов. Способствует распределению растягивающих усилий в грунтовом массиве; позволяет образовывать вертикальные структуры или устраивать откосы с любым углом заложения. Применяются одноосные георешетки, геосетки, тканый геотекстиль.

Дренаж. Фильтрация. Способствует сбору и транспортировке поверхностного стока, грунтовых вод и других жидкостей, сокращает сроки консолидации. Пористая структура придает материалу высокие водопрпускные способности, удерживая движущиеся под действием гидродинамических сил потока жидкости мелкие частицы, препятствует кольматажу дренажных устройств. Применяются геотекстиль, геокомпозиаты.

Разделение. Препятствует смешиванию грунтов или материалов, имеющих различную крупность (песок и щебень). Применяются геотекстили, высокопрочные геотекстили, георешетки.

Изоляция. Защита от грунтовых вод подземных сооружений, подвалов, устройство защитных экранов для нефтехранилищ и полигонов ТБО, а также

каналов и прудов; инженерная обработка мест захоронения отходов. Применяются геомембраны [8].

По результатам исследования новых технологий улучшения строительных свойств были определены области применения геоматериалов.

Таким образом, можно сделать вывод: классификация геосинтетических материалов с разделением на типы, классы и виды позволяет точно и обоснованно определить круг их использования при проведении ремонтных и дорожно – строительных работ.

Многие геосинтетические материалы взаимозаменяемы, что является немаловажным аспектом преимущества их применения над традиционными технологиями.

### Список литературы

1. Юмашев В.М., Казарновский В.Д., Львович Ю.М. Современный мировой опыт применения геосинтетики в дорожной отрасли // Труды Союздорнии, вып. 196. -М, 1998. -С. 6-21.
2. Москалев О.Ю., Кокодева Н.Е., Янковский Л.В. Применение геосинтетических материалов в дорожных одеждах нежесткого типа // Вестник ПГТУ. – Пермь, 2011. -С.69-78.
3. ОДМ 218.5.005-2010 Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству М.: Росавтодор, 2010. - 16 с.
4. Шуваев А.Н., Санников С.П. Применение объемных пластиковых георешеток в дорожном строительстве // Строительный вестник Тюменской области. №4, 2003. С. 42-44.
5. Шуваев А.Н., Панова М.В., Санников С.П., Куюков С.А. Расчет дорожных одежд, армированных объемными георешетками // Наука и техника в дорожной отрасли. №3, 2003. С. 18-20.
6. Родькин А.П. Геосинтетические материалы для дорожного строительства // Строительные материалы № 12. –М., 2002. -С. 24-28.
7. Клюкин А.А., Соколов В.Г., Шуваев А.Н., Санников С.П. Принцип расчета дорожных конструкций, армированных объемными георешетками // Строительный вестник Тюменской области. №2, 2002. С. 41-45.
8. О выборе геосинтетических материалов для применения в практике строительства // Дороги и мосты / РОСДОРНИЛ. Вып. 11. – М., 2003.

## **Методика оценки целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства**

**Аннотация:** В данной статье на основе исследования конкретного производственного процесса на промышленном предприятии автором была предложена методика и программа расчета оценки целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства, которая будет понятна любому руководителю и поможет ему принять управленческое решение о внедрении тех или иных инструментов Бережливого производства. Также была представлена идеальная модель постоянных улучшений.

**Ключевые слова:** Бережливое производство, поток, источники потерь, управление, эффективность, процесс.

Современные условия глобальной конкуренции и вступления в ВТО требуют умеренных затрат, быстрого реагирования на создание качественной продукции. Поэтому наиболее рациональным путем экономии на наш взгляд являются инструменты метода Бережливого производства, так как Бережливое производство помогает понять, в чем причины неэффективности предприятия на уровне отдельных процессов, устранить потери которые не создают добавленной стоимости, следовательно, сократить затраты на производство продукта.

Актуальность применения инструментов Бережливого производства для промышленных предприятий заключается в решении известных проблем, заключающихся в устаревшем оборудовании, нехватки квалифицированного персонала (не только рабочих, но и специалистов), низком качестве выпускаемой продукции, устаревших технологиях и срывах сроков поставки.

Бережливым производством считают концепцию организации бизнеса, ориентированную на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь [1].

Но большое разнообразие инструментов и методов Бережливого производства, направленных на повышение эффективности менеджмента предприятий, может вызвать трудности при их выборе даже у опытных и подготовленных руководителей. Так как часть принципов построения эффективного производства противоречат друг другу. Принять решения, однозначно, в какой ситуации, какой принцип должен быть внедрен можно только на конкретном объекте. Наша задача рассмотреть известные принципы, применяемые в известных условиях и применить их на конкретном объекте. При этом возможны комбинации различных принципов, анализ и отсеечение не нужных инструментов в

рамках этих принципов, т.е. наша задача адаптация современных принципов применительно к специфике местных условий, т.е. к конкретному предприятию.

Для того чтобы применить инструменты Бережливого производства рассмотрим для начала идеальную модель постоянных улучшений (рис. 1.).

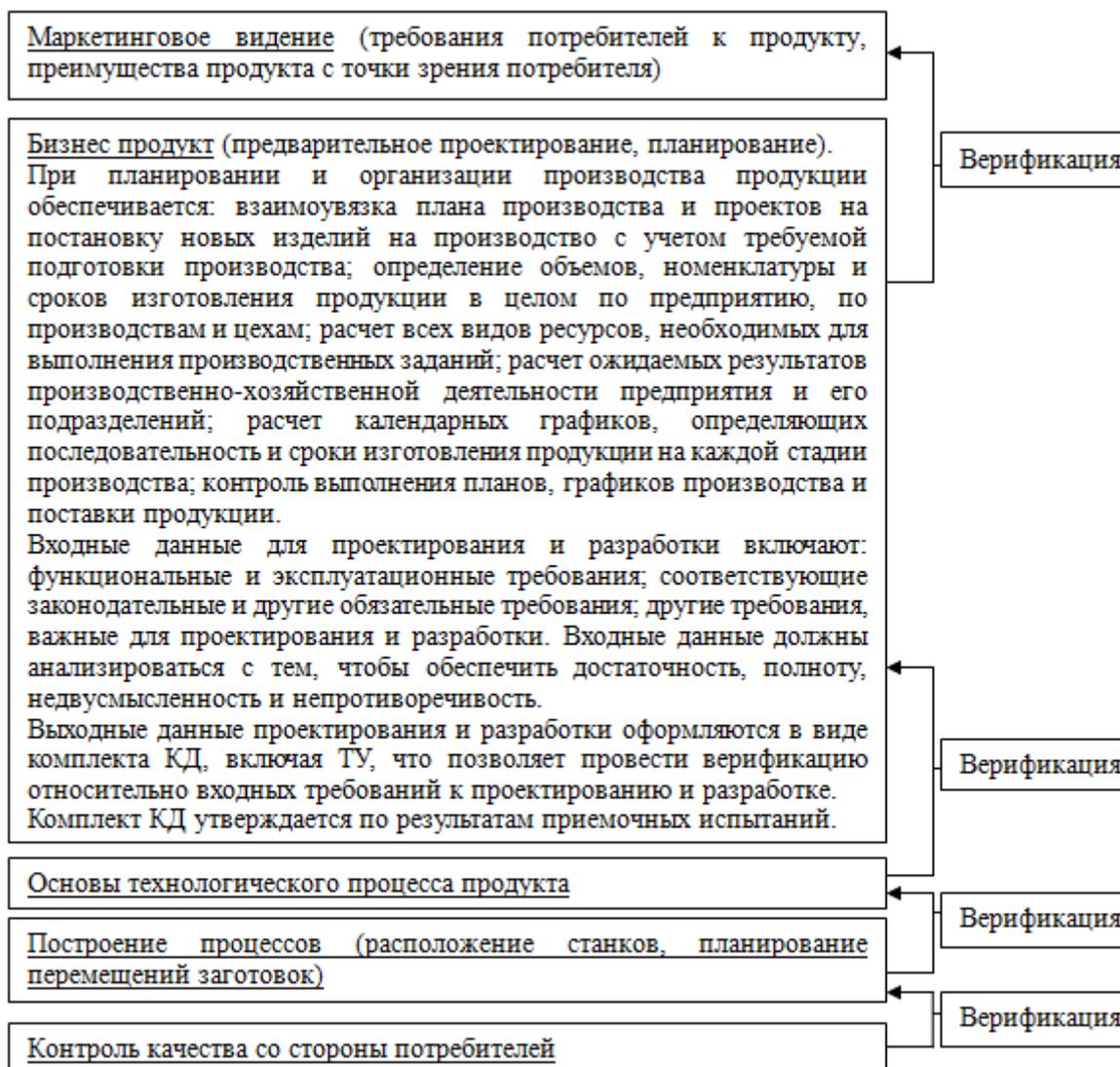


Рис. 1. Идеальная модель постоянных улучшений

В соответствии с запланированными мероприятиями должна проводиться верификация проекта и разработка различными методами: проведение альтернативного расчета; сопоставление с аналогом; предварительные испытания.

Чтобы наладить эффективную работу по управлению изменениями на предприятии, необходимо решить следующие задачи.

Идентифицировать следующие составляющие:

1) Помещение (планировочная карта расположения участков находящиеся в цехе, какие процессы закреплены за этим участком).

2) Оборудование (паспорт на оборудование, контрольная карта проверки оборудования на технологическую точность, карточки учета, планировочная карта расположения оборудования в цехе, спецификация оборудования). Идентификация и прослеживаемость должна обеспечиваться различными

способами (по месту, этикетки, бирки, маркировка – клеймение, а также сопроводительная технологическая документация). Методы идентификации устанавливаются при разработке технической, нормативной документации.

В специальных картах учета, кроме учетных сведений, таких как наименование, название изготовителя, заводской и регистрационный номера, погрешность и область измерений, межкалибровочный интервал, должны быть приведены сведения о состоянии средства измерения: данные о прохождении калибровки, о проведенном ремонте, месторасположении.

3) Технологический процесс, технологические режимы, технологическая инструкция, сопроводительная маршрутная карта (порядок и состав операции), ведомость деталей к техпроцессу, ведомость оснастки, стандартных калибров, паспорт на измерительный и вспомогательный инструмент.

4) Людей, рабочих (их квалификацию, аттестацию, ознакомление с техпроцессом).

5) Расположение и внешний вид рабочего места.

6) Нормозатраты труда, технико-нормировочная карта, трудоемкость операции, нормы технически неизбежных потерь, расчет производственных мощностей, учёт простоев.

Теперь рассмотрим основные источники потерь в производственных цехах наиболее часто встречающихся на промышленных предприятиях:

1. Отсутствие идентификации оборудования.
2. Неосведомленность исполнителей с техпроцессом.
3. Отсутствие привязки измерительных и вспомогательных инструментов к рабочему месту.
4. Неприспособленность тары для хранения измерительного и вспомогательного инструмента.
5. Неприспособленность тары (оборудования) для правильной транспортировки изделий.
6. Отсутствие чистоты и порядка на рабочих местах.
7. Отсутствие идентификации расположения оборудования.
8. Отсутствие идентификации ответственного за рабочее место.
9. Ненадлежащее внутри операционное перемещение изделий.
10. Информационная непрозрачность размещения участков и происходящих в них операции.

Отсюда возникает такая проблема, как формальное отношение к культуре производства, поскольку сами руководители не в состоянии разобраться в составляющих процесса.

Далее рассмотрим процесс на конкретном примере. В качестве примера был выбран процесс механической обработки головки цилиндра компрессора автомобильного. После чего нами была составлена карта потока процесса до улучшения, показанная на рис. 2, карта потока процесса после улучшения, показанная на рис. 3 и на рис. 4 представлен расчет программой по оценке целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства, разработанной нами.

Участок механической обработки головки цилиндра (настоящая)

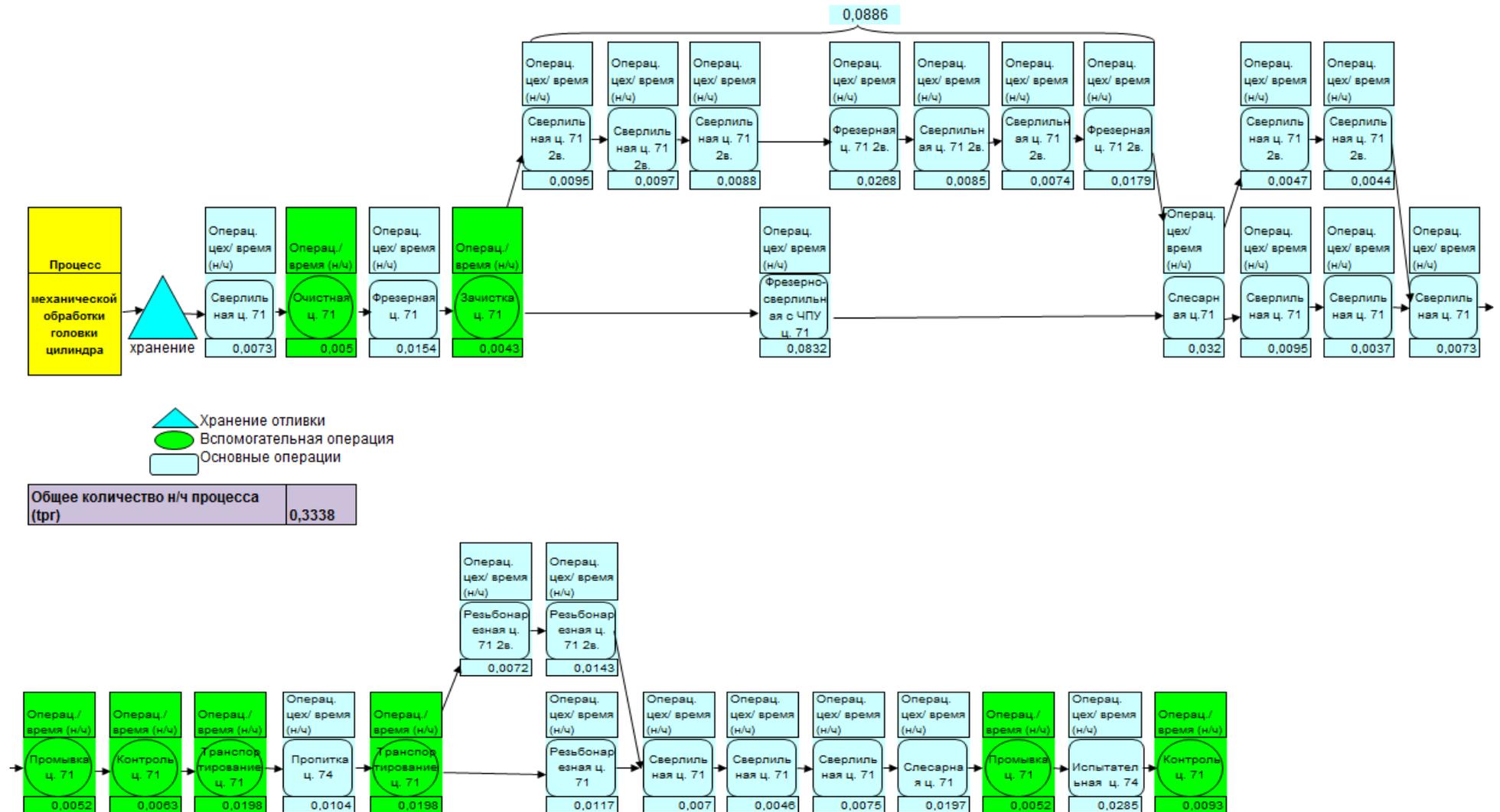
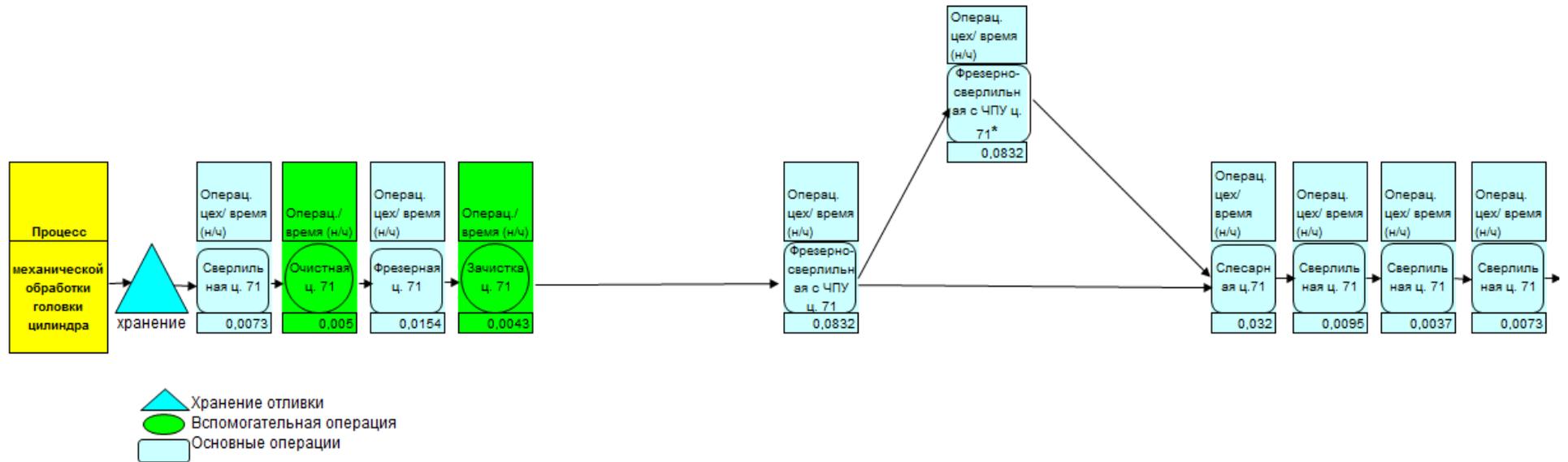


Рис. 2. Карта потока процесса механической обработки головки цилиндра компрессора автомобильного (до улучшения)

### Участок механической обработки головки цилиндра (будущая)



Общее количество н/ч процесса (trг)	0,2831
-------------------------------------	--------

\* Приобретаем при расширении рынков сбыта или увеличении заказов

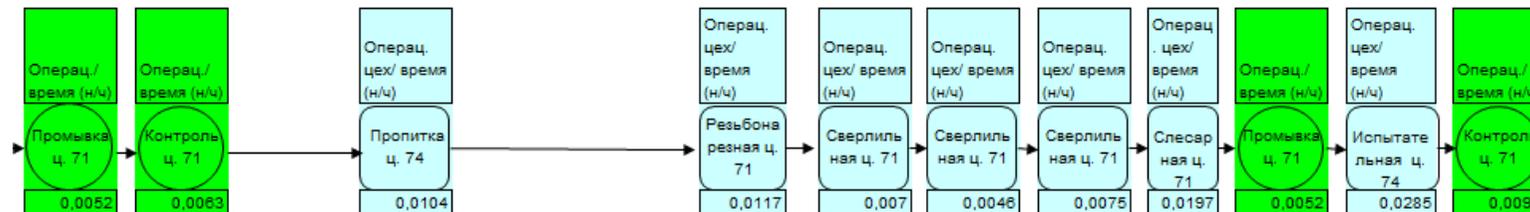


Рис. 3. Карта потока процесса механической обработки головки цилиндра компрессора автомобильного (после улучшения)

Из рис. 2 и 3 видно, последовательность операции, вид операции (основная или вспомогательная), цех ответственный за операцию, сколько нормочасов тратиться на операцию и общее время нормочасов на процесс. После составления карты (рис. 2) видно, что много времени тратиться на транспортировку изделий для проведения операции «пропитка», также используются 7 станков, вместо 1 станка с ЧПУ, которые занимают много места и увеличивают затраты на изготовление изделия.

После проведенного анализа была составлена улучшенная карта потока процесса (рис. 3), с применением инструментов Бережливого производства, после чего, были собраны данные для расчета и сравнения двух вариантов, с помощью программы была произведена оценка целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства.

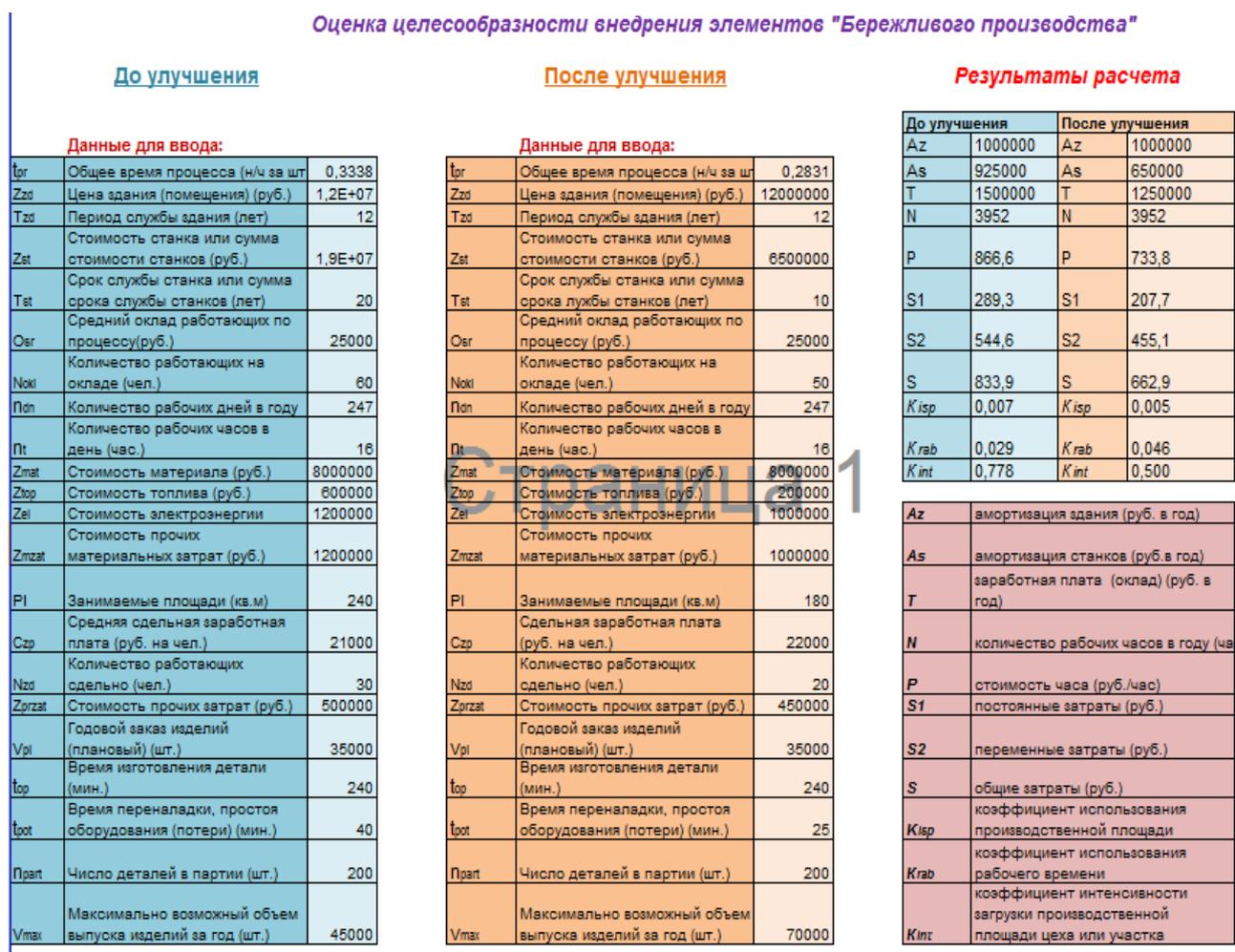


Рис. 4. Расчет целесообразности внедрения инструментов Бережливого производства

Таким образом, для постоянного улучшения процессов, прежде всего, на предприятии необходимо навести порядок на рабочем месте (применить методы 5S и TPM), так как основная задача руководителя состоит в точном определении составляющих процесса для его оценки, оптимизации и для дальнейшей реализации по улучшению процесса, чтобы оставаться конкурентоспособным

на рынке. После внедрения метода 5S руководители будут разбираться в составляющих процесса, видеть все несоответствия в работе своих подчиненных.

Проверка предлагаемой методики на конкретных объектах, позволяет сделать предварительный вывод, что инструменты и методы Бережливого производства в большинстве случаев будут эффективны в условиях крупносерийного и массового производства, а стратегия быстро реагирующего производства (QRM), сущность которой заключается в сокращении времени общего цикла работ, не только производственных, но и организационных, будет более предпочтительна в мелкосерийном и штучном производстве. Тем не менее, окончательное решение должен принять менеджер, после применения предлагаемой методики.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 56020-2014. Бережливое производство. Основные положения и словарь. Москва: Стандартинформ, 2014. – 33 с.
2. *Зайцев Н.Л.* Экономика, организация и управление предприятием: учебное пособие. – 2-е изд. доп./ Н.Л. Зайцев. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 455 с. – (Высшее образование).
3. *Якимович Б.А.* Теоретические основы конструктивно-технологической изделий и структур-стратегий производственных систем машиностроения: монография / Б.А. Якимович, А.И. Коршунов, А.П. Кузнецов. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. – 280 с.

*Кошелева<sup>1</sup> Ю.С.*, магистрант;  
*Коробейников<sup>2</sup> А.В.*, к.т.н., доцент  
*Егоров<sup>2</sup> С.Ф.*, к.т.н., н.с.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

<sup>2</sup>Институт механики УрО РАН

### Система проведения онлайн соревнований по спортивному бриджу

**Аннотация.** Приведен обзор существующего программного обеспечения спортивного бриджа, используемого для различных задач автоматизации. Обосновывается необходимость разработки системы проведения онлайн соревнований по бриджу. Приводятся результаты разработки системы.

**Ключевые слова:** спортивный бридж, онлайн соревнования.

**Игровые задачи искусственного интеллекта.** Традиционно искусственный интеллект (ИИ) включает в себя интеллектуальные задачи, решаемые при игре в шахматы, шашки, го, калах и другие. Обладая интеллектуальным характером, игры являются идеальным объектом для экспериментов из-за формализации игровых ситуаций и ограниченного набора игровых правил. В широком смысле

слова под игрой понимается некая конфликтная ситуация, участники которой своими действиями не только достигают своих личных целей, но и влияют на достижимость целей другими участниками игры. Под такое толкование игры подпадают многие экономические, политические и военные конфликты. [1]

**Спортивный бридж** (*duplicate bridge, contract bridge*) – интеллектуальная командная (парная) игра, единственная из карточных игр, признанная Международным Олимпийским Комитетом (МОК) видом спорта. В спортивном бридже каждая сдача разыгрывается на двух или более столах разными игроками с последующим сравнением результатов. Задача каждой пары в спортивном бридже – получить лучший результат, чем другие пары с теми же самыми картами [2].

За одним столом играют две пары игроков, игроки одной пары сидят друг напротив друга. Игроки называются по сторонам света: Север (*N*), Восток (*E*), Юг (*S*) и Запад (*W*). Пара *NS* играет против пары *EW*. Для игры используется стандартная колода из 52 карт от двойки до туза четырёх деноминаций (мастей). При раздаче каждый игрок получает по 13 карт. Один из игроков является сдающим (*dealer*). Каждая раздача состоит из двух фаз – торговли и розыгрыша. Заявки в торговле и игра картами производятся игроками поочередно по часовой стрелке [2].

Целью торговли является определение контракта – обязательства одной пары взять определенное количество взятков в назначенной ею деноминации (козырной масти или в игре без козыря). Во время торговли игроки, начиная со сдающего, по очереди делают заявки. После торговли совершается розыгрыш. Первый ход делает оппонент разыгрывающего, сидящий слева. После этого «болван» (партнер разыгрывающего), кладёт свои карты на стол и его картами управляет разыгрывающий. Игра ведётся так же, как и в других играх на взятки, бить козырем необязательно. Результатом розыгрыша является количество взяток, полученных каждой парой [2].

**Всемирные интеллектуальные игры.** Интеллеклиады (*World Mind Sports Games, WMSG*) – комплексные соревнования в интеллектуальных видах спорта. I Всемирные интеллектуальные игры прошли в Пекине в 2008 г. Всего было разыграно 35 комплектов наград в 5 интеллектуальных видах спорта (шахматы, бридж, го, шашки, китайские шахматы – сянци). Все последующие подобные мероприятия будут называться Всемирные интеллектуальные игры «Спорт-Аккорд» (*Sport Accord World Mind Games*). Первые игры с новым названием состоялись в Пекине в декабре 2011 г. (шахматы, бридж, го и шашки) [3].

**Чемпионаты мира по бриджу среди компьютеров.** В 1997 г. американская лига спортивного бриджа (*ACBL, American Contract Bridge League*) провела первый чемпионат мира среди компьютерных программ, играющих в бридж (*World Computer-Bridge Championship*). Начиная с 1999 г. к организации присоединилась Мировая Федерация Бриджа (*WBF*). Чемпионат проводится ежегодно. Первым чемпионом стала программа *Bridge Baron*. Последнее десятилетие господствовали программы *Jack* (Нидерланды), *WBridge* (Франция), *Shark Bridge* (Дания). В 2014 г. чемпионом стала программа *Shark Bridge* немного

опередив программу *Micro Bridge* (Япония) [4].

### **Программное обеспечение спортивного бриджа**

Рассмотрим существующее программное обеспечение (ПО) используемое на различных этапах игры в бридж среди компьютеров и людей.

**Программы-роботы.** В данному классу ПО относятся программы участвующие в соревнованиях среди компьютеров. Всего за все время проведения таких соревнований участвовало около 30 различных программ [4, 5]. Большинство таких программ может быть использовано как для игры среди компьютеров, так и для игры компьютера и человека. Обзор основных алгоритмов компьютерного бриджа приведен в [6, 7].

**Онлайн игра в бридж.** Российский проект *Gambler* (игрок, картежник) [8] позволяет проводить онлайн соревнования среди людей по следующим играм: преферанс, нарды, клетки, аськин, бридж, дурак, домино, покер, игры разума. Для участия в онлайн соревнованиях необходимо скачать приложение и подключиться к серверу.

Существуют аналогичные зарубежные проекты для онлайн бриджа. Наиболее известный из них *Bridge Base Online* [9].

Большой список проектов для онлайн бриджа представлен в [10]. Существуют варианты клиентов для браузера, в виде отдельных приложений для персонального компьютера или для смартфонов.

**Поддержка проведения турниров среди людей.** Наиболее широко во всем мире используется система *Bridgemate* (напарник, помощник по бриджу) [11]. Система представляет собой программно-аппаратных средств для автоматизации проведения турниров по бриджу. Основой системы является аппаратное клиентское устройство располагаемое на каждом игровом столе, внешне напоминающее калькулятор. Все клиенты по беспроводной связи подключаются к серверу, соединенному с персональным компьютером сервера. На компьютере сервера установлено программа для настройки системы под проводимые турниры. В ходе проведения турнира вся текущая информация с клиентов передается на сервер. Настройки системы под и результаты турнира, представляют собой текстовые файлы.

**Подсчет результатов турниров.** Задачей данного типа программ (*scoring programs*) является вычисление на основе результатов сыгранных сдач турнира по методикам принятым в международной федерации спортивного бриджа матчевых очков: *match points (MP)* или *international match points (IMP)*. Далее на основе матчевых очков вычисляются мастерские баллы (*master balls, MB*), накопленная сумма которых определяет разряд и рейтинг игрока. Полный список поддерживаемых программ на сайте проекта *Bridgemate* содержит 25 различных программ [11].

**Поддержка проведения турниров среди компьютеров.** ПО *Bridge Monitor* [12] позволяет проводить соревнования между различными программами-роботами. Кроме того, позволяет играть по сети (локальной или интернет), может быть использован для обучения бриджу, может использоваться в качестве

графического интерфейса в программах-роботах. Поддерживается открытый протокол обмена [13].

Система для соревнования среди программ бриджу (своеобразный «стол») состоит из центрального сервера и узла управления столом, который распределяет сдачи игрового тура по подключенным компьютерам, на каждом из которых установлена программа-игрок в бридж. Перед началом матча операторы противников обмениваются конвенционными картами по системе торговли и вводят эту информацию в базы данных программ. Игра производится при помощи узла управления, через который программы-игроки обмениваются информацией. Программы-игроки установлены на персональных компьютерах офисной производительности. Скорость игры составляет 2 минуты на одну сдачу, что примерно в 2 раза быстрее, чем для игроков-людей [4, 5].

**Формализация системы торговли.** *VbnOrganiser* [14] – программа для разработки системы торговли бриджа. Функции: редактирование заявок и их значений; вычисление вероятностей распределений игровых раскладов; импорт-экспорт систем торговли в открытом формате хранения торговли бриджа *\*.bbn (Bridge Bidding Notation)*.

**Регистрация процесса игры.** Для регистрации хода игры существует открытый формат файла *\*.pbn (Portable Bridge Notation)*. Формат может быть использован для регистрации процесса торговли и розыгрыша, для записи реальных турниров или для обучения бриджу. [15]

Кроме того, существует стандарт *Vugraph* (или *Viewgraph*) для хранения и отображения процесса торговли и розыгрыша бриджа [9, 16].

**Базы игровых сдач.** Проект *Bridge Base Online* [9] является общедоступной базой игровых раскладов. База может быть использована для обучения бриджу, а также для сравнения эффективности игры различных программ-роботов.

### **Постановка задачи**

Авторами данной статьи разрабатывается система в виде веб-сайта, совмещающая функции системы *Bridgemate*, программы подсчета результатов турнира и базы игровых сдач. Доступ к данной системе выполняется со стандартных смартфонов, планшетов или других устройств доступа к интернету. Исключается необходимость использования специализированного аппаратного устройства для доступа к системе, как это потребовалось в системе *Bridgemate*. Программная реализация клиента обеспечивает легкость модификации при развитии системы.

Авторами данной статьи ведутся исследования по задаче спортивного бриджа в части поиска оптимальной системы торговли на основе ИИ, и в части реализации алгоритмов розыгрыша. [17...19]

Таким образом, для сравнения эффективности разработанных алгоритмов возникла необходимость в разработке ПО для проведения онлайн соревнований по спортивному бриджу, в которых могли бы участвовать в качестве игроков как люди, так и программы-роботы. Дополнительным требованием является возможность генерации как случайных игровых сдач, так и подключения к базе игровых сдач.

Необходимость разработки оригинального ПО вместо использования существующего (*Bridge Monitor* [12]) обусловлено необходимостью использования системы проведения соревнований по бриджу в исследовательских целях и необходимостью интеграции с различными существующими базами игровых сдач.

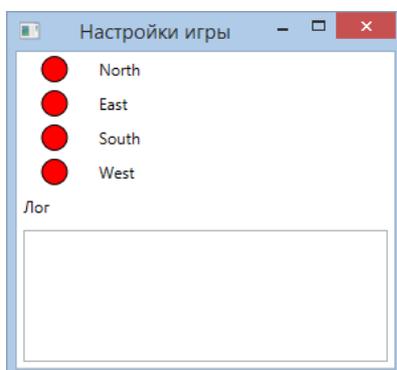


Рис. 1. Стартовое окно на сервера

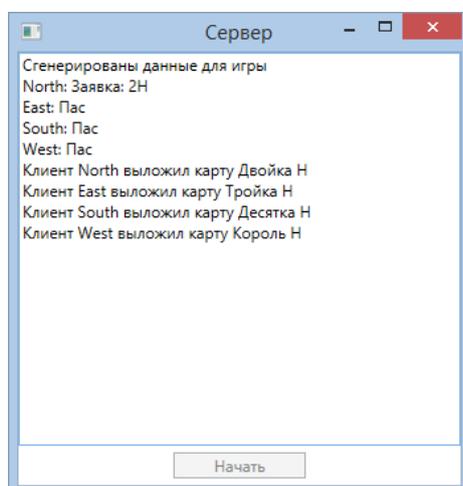


Рис. 2. Окно протокола игры на сервере

### ***Разработка системы***

Разрабатываемая система соответствует архитектуре клиент-сервер.

**Сервер.** Программа-сервер запускается на отдельном компьютере и играет роль стола, за которым играют бриджисты. Сервер работает с помощью протокола *TCP/IP* и выполняет функции:

- обеспечение процесса торговли и розыгрыша между игрока;
- взаимодействие с базой данных игровых сдач.

После запуска программа ожидает подключения четырех клиентов. На рис. 1 представлено стартовое окно на сервере.

После подключения всех игроков производится раздача по 13 карт соответствующей сдачи из базы сдач или случайно сгенерированной.

Затем составляется очередность ходов игроков и начинается этап торговли. Сервер проверяет поступающие на торговлю заявки следующим образом: каждое последующее назначение должно быть выше предыдущего либо по уровню, либо по деноминации. В случае нарушения порядка торговли

выдается сообщение об ошибке. Торговля прекращается после трёх пасов подряд, последовавших после значащей заявки. Последняя значащая заявка становится контрактом.

После определения контракта начинается процесс розыгрыша. В соответствии с очередью выбирается следующий после разыгрывающего игрок, который сделает первый ход. Игроки по очереди отправляют на сервер по одной карте. Картами «болвана» управляет разыгрывающий.

Все взаимодействия между клиентами и сервером выводится в окно сервера и записывается в протокол игры (*log file*). Окно протокола игры на сервере представлено на рис. 2.

По окончании игры результаты записываются в базу игровых сдач.

**Клиент.** Клиентская программа предназначена для обмена информацией между игроком (бриджистом или роботом) и сервером.

Используя заданный *IP*-адрес и порт сервера, клиент выбирает сторону игрока на столе и подключается к серверу. Окно подключения клиента к серверу показано на рис. 3.

После подключения всех игроков и получения карт начинается торговля. Окно торговли на стороне клиента изображено на рис. 4.

Окно розыгрыша на клиенте представлено на рис. 5.

На рис. 6. представлен алгоритм процедуры для обмена данными.

На рис. 7 представлена структура таблицы сдачи в базе игровых сдач.

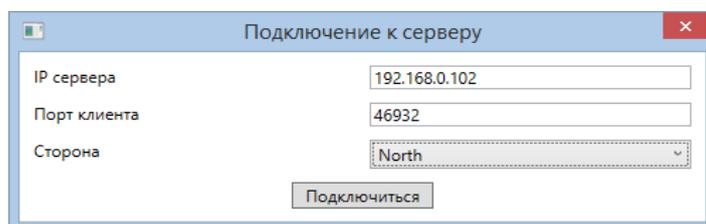


Рис. 3. Окно к серверу на клиенте



Рис. 4. Окно торговли на клиенте



Рис. 5. Окно розыгрыша на клиенте

### Направления развития системы:

1. Использование алгоритмов шифрования при передаче данных для обеспечения информационной безопасности системы.
2. Модификация системы с целью соответствия существующим открытым стандартам в ПО бриджа: формат *PBN* [15] или *Vugraph* [16] для протоколирования игры; протокол обмена между сервером и клиентами [13].
3. Подключение к общедоступным базам сдач бриджа [9].



Рис. 6. Процедура для обмена данными

SES_SECTION_BOARD	
KEY_	INTEGER
KEY_SES_SESSION	INTEGER
NUMBER	SMALLINT
DEALER	VARCHAR(1)
ZONE	VARCHAR(3)
N_S	VARCHAR(13)
N_H	VARCHAR(13)
N_D	VARCHAR(13)
N_C	VARCHAR(13)
E_S	VARCHAR(13)
E_H	VARCHAR(13)
E_D	VARCHAR(13)
E_C	VARCHAR(13)
S_S	VARCHAR(13)
S_H	VARCHAR(13)
S_D	VARCHAR(13)
S_C	VARCHAR(13)
W_S	VARCHAR(13)
W_H	VARCHAR(13)
W_D	VARCHAR(13)
W_C	VARCHAR(13)

Рис. 7. Структура таблицы сдачи в базе игровых сдач

### Список литературы

1. Люгер Д.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. // М.: Вильямс, 2003. – 864 с.
2. Риз. Бридж для начинающих. Искусство побеждать. // М.: Центрполиграф. – 2010 г. – 160 с.
3. Официальный сайт Всемирных интеллектуальных игр «Спорт-Аккорд» ([worldmindgames.net](http://worldmindgames.net)). Дата обращения 01.05.2015.
4. Официальный сайт Всемирного чемпионата по компьютерному (allevybridge.com/allevy/computerbridge). Дата обращения 01.05.2015.

5. *Al Levy*. Participating Computer Bridge Software for the World Computer Bridge Championship and the History of these Software Programs. Summary of Participants at Computer Olympiads ([bridgeguys.com/CGlossary/Computer/CBProgrammers.pdf](http://bridgeguys.com/CGlossary/Computer/CBProgrammers.pdf)). Дата обращения 01.05.2015.
6. *The State of Automated Bridge Play // New York University*, 2010. – 8 p. ([ephman.org/bridgeReview200908.pdf](http://ephman.org/bridgeReview200908.pdf)). Дата обращения 01.04.2012.
7. *Коробейников А.В., С.И. Зыкин, Р.Х. Судуров, И.С. Ефремова* Обзор состояния программ спортивного бриджа // Информационные системы в промышленности и образовании: Сборник трудов молодых ученых. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2012. – С. 69-77.
8. Сайт клуба умных игр *Gambler* ([gambler.ru](http://gambler.ru)). Дата обращения 01.05.2015.
9. Сайт проекта *Bridge Base Online* ([bridgebase.com](http://bridgebase.com)). Дата обращения 01.05.2015.
10. Ресурсы для онлайн бриджа ([bridgeguys.com/sec/computer\\_bridge\\_online.html](http://bridgeguys.com/sec/computer_bridge_online.html)). Дата обращения 01.05.2015.
11. Сайт проекта *Bridgemate* ([bridgemate.com](http://bridgemate.com)). Дата обращения 01.05.2015.
12. Сайт проекта *WBridge5* ([wbridge5.com](http://wbridge5.com)). Дата обращения 01.05.2015.
13. Сайт проекта *Blue Chip Bridge* ([bluechipbridge.co.uk/protocol.htm](http://bluechipbridge.co.uk/protocol.htm)). Дата обращения 01.05.2015.
14. Сайт проекта *BbnOrganiser* ([bbn.tistis.nl/BbnOrganiser](http://bbn.tistis.nl/BbnOrganiser)). Дата обращения 01.05.2015.
15. Сайт проекта *PBN Homepage* ([tistis.nl/pbn](http://tistis.nl/pbn)). Дата обращения 01.05.2015.
16. Сайт проекта *Vugraph* ([sarantakos.com/bridge/vugraph.html](http://sarantakos.com/bridge/vugraph.html)). Дата обращения 01.05.2015.
17. *Коробейников А.В., Валеев О.Ф.* Исследование применения подходов искусственного интеллекта к игровой задаче «Спортивный бридж» // Информационные технологии в промышленности и образовании: Сборник трудов научно-технической конференции факультета «Информатика и вычислительная техника». – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2009. – С. 164-168.
18. *Коробейников А.В., Ефремова И.С., Судуров Р.Х., Кошелева Ю.С.* Использование рекуррентных искусственных нейронных сетей для поиска оптимальной системы торговли игры «Спортивный бридж» // Новый университет. Серия: Технические науки. – Йошкар-Ола: Изд-во Коллоквиум. – 2013, №4. – С. 44-47.
19. *Зыкин С.И., Коробейников А.В., Лугачев П.П., Юсупов Д.А.* Использование алгоритма минимакс с альфа-бета усечением для этапа розыгрыша игры «Спортивный бридж» // Вестник ИжГТУ. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, – 2013, №3. – С. 141-145.

### Мобильное приложение «ParKing»

**Аннотация:** С увеличением количества автомобилей, к сожалению, мест для парковки больше не становится. Каждому автовладельцу знакома ситуация, когда он попросту не может отыскать ближайшую парковку и "кружит" на своем транспортном средстве вокруг пункта назначения, тщетно пытаясь найти свободное место. Именно по этой причине в ряде городов России мы можем наблюдать проблему "второго ряда" и "третьего ряда", что в свою очередь увеличивает транспортный трафик и способствует образованию пробок. Мобильное приложение ParKing призвано упростить задачу по нахождению как платных парковок, так и бесплатных. ParKing позволит найти ближайшие парковки и проложит наиболее удобный маршрут.

**Ключевые слова:** Приложение, app, ios, android, парковки.

Каждый житель России при посещении крупных городов, таких как Москва и Санкт-Петербург, в первую очередь обращает внимание на памятники архитектуры. Но давайте прогуляемся по главным улицам Москвы. Какую картину мы увидим? Бесконечное количество автомобилей, парковки в «несколько рядов». Сотрудники дорожных служб не могут справиться с этой проблемой. Владельцев автомобилей не пугают штрафы и эвакуация автомобилей, а на место только что эвакуированного автомобиля непременно встанет другой. Теперь эта проблема становится актуальна и в других городах. Этот вопрос волнует многих людей, кто-то выступает с предложением о увеличении штрафов, кто-то создает общественные организации и борется с неправильной парковкой силами добровольцев и подручных средств. В связи с этим возникла идея, которая заключается в том, чтобы не ужесточать наказание, а предоставить другой путь для решения проблемы. Этот путь называется «ParKing».

«ParKing» – мобильное приложение, которое может установить на свой гаджет любой желающий, созданное для поиска ближайших парковок (рисунок). Приложение само определит ваше местоположение и покажет количество ближайших паркингов, а после выбора одного из них проложит оптимальный маршрут. В чем отличие от других подобных сервисов? Отличие заключается в том, что приложение содержит данные не только о платных парковках, но и о всех местах где можно, не нарушив закон, припарковать свой автомобиль. Также в случае нажатия клавиши «Р», ParKing, сопоставив ваше местоположение с базой данных, может ответить разрешена ли в данном месте парковка. Приложение также будет обладать стандартным набором функций: получение дополнительной информации о парковках (название, стоимость, вместимость), управление парковкой (начать, продлить и закончить парковочную сессию), оплачивать парковку, пополнять личный парковочный счет, оплачивать штра-

фы за нарушение правил парковки. ParKing заранее предупредит вас о истечении парковочного времени с помощью уведомления.



*Рисунок. «Parking» – мобильное приложение*

Данное мобильное приложение поможет не только разгрузить оживленные улицы, но и сэкономит немало средств и нервов водителям, чьи автомобили не будут эвакуированы благодаря ParKing. Сервис также поможет начинающим водителям в определении правильного места для парковки, благодаря клавише «P». Приложение будет распространяться бесплатно и каждый желающий сможет найти свое парковочное место.

### **Список литературы**

1. СНиП 21-02-99. Стоянки Автомобилей. Parkings. Введ. - 2000-07-01.
2. СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Введ. 1990-01-01.
3. СП 154.13130.2013 Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности. Embedded underground parkings. Fire safety requirements. Введ. 2013-02-25.
4. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Automobile roads of general use. Road facilities. General requirements. Введ. 2008-07-01.
5. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Traffic control devices. Rules of application of traffic signs, markings, traffic lights, guardrails and delineators. Введ. 2006-01-01.

Никитин А.В., магистрант, e-mail: [fateniki@gmail.com](mailto:fateniki@gmail.com);  
Коробейников А.В., к.т.н., доцент кафедры «Программное обеспечение»,  
e-mail: [kav33@inbox.ru](mailto:kav33@inbox.ru)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## **Анализ событий корпоративной сети на основе графовых баз данных**

**Аннотация:** Рассматривается способ проведения анализа событий сетевого трафика корпоративных информационных систем при помощи графовых баз данных на основе стохастического подхода. Рассматривается секвенциальный анализ (поиск устойчивых цепочек событий, построение скрытых Марковских моделей), ассоциативный анализ (поиск стабильно близко появляющихся событий), построение портрета поведения системы/пользователя (построение взвешенных графов), выявление аномалий (сравнение взвешенных графов). Возможна адаптация проекта для анализа данных других прикладных областей.

**Ключевые слова:** Графовые базы данных, корпоративный сетевой трафик, интеллектуальный анализ данных, секвенциальный анализ, ассоциативный анализ, формирование портретов поведения, обнаружение аномалий.

Любая корпоративная сеть состоит из огромного количества событий и сообщений, которые в ней происходят. Так как не все действия в сети могут быть безопасными, есть смысл определять аномальное или запрещённое поведение в сети и предпринимать действия по их предотвращению. Поиск аномального поведения входит в задачи интеллектуального анализа данных (*Data Mining, Big Data*). *Data Mining* – интеллектуальный анализ первичных данных с целью нахождения в них новой, нетривиальной информации (знаний).

Данная работа посвящена интеллектуальному анализу данных корпоративного трафика на основе графовых баз данных для обнаружения аномального поведения в сети.

Разработки по интеллектуальному анализу сетевых аномалий уже проводились ранее различными исследователями и компаниями. Однако, в данной работе первичные данные и результаты анализа представляются в графовом виде. Графовое представление данных и операции над графами позволят более эффективно производить операции по поиску сетевых аномалий. В работе представлены следующие способы анализа: секвенциальный анализ (поиск устойчивых цепочек событий, построение скрытых Марковских моделей), ассоциативный анализ (поиск стабильно близко появляющихся событий), построение портрета поведения системы/пользователя за определённый промежуток времени и сравнение этих портретов для выявления аномалий.

Основными критериями при проведении данного исследования были выбраны: повышение скорости анализа при обнаружении аномалий, улучшение

восприятия хранимых данных и результатов специалистами по безопасности за счет использования графового представления.

В качестве графовой базы данных используется продукт СУБД *neo4j* – лидер среди графовых СУБД.

Данная работа является продолжением исследований, начатых в работе [2].

**Данные для анализа.** Исходными данными для анализа выступали данные используемые в работе [2] – журналы регистрации событий системы *Cisco MARS*. При этом выполнялся секвенциальный и ассоциативный анализ. Для анализа были представлены обезличенные данные в виде последовательности событий системы – кодов событий. Пример фрагмента:

... 80, 80, 333, 414, 414, 333, 333, 333, 414, 333, 452, 333, 452, 333, 414 ...

Кроме того, анализировались обезличенные данные корпоративного журнала отправок электронной почты *email*. Для таких данных кроме секвенциального и ассоциативного анализа возможно применение и других типов анализа для выявления закономерностей или аномалий. Пример события:

```
{
  "time": 1395921420,
  "domain2": 1690807269,
  "subject": 333601396,
  "domain1": 1690807269,
  "name1": 641477103,
  "name2": 3874743726
}
```

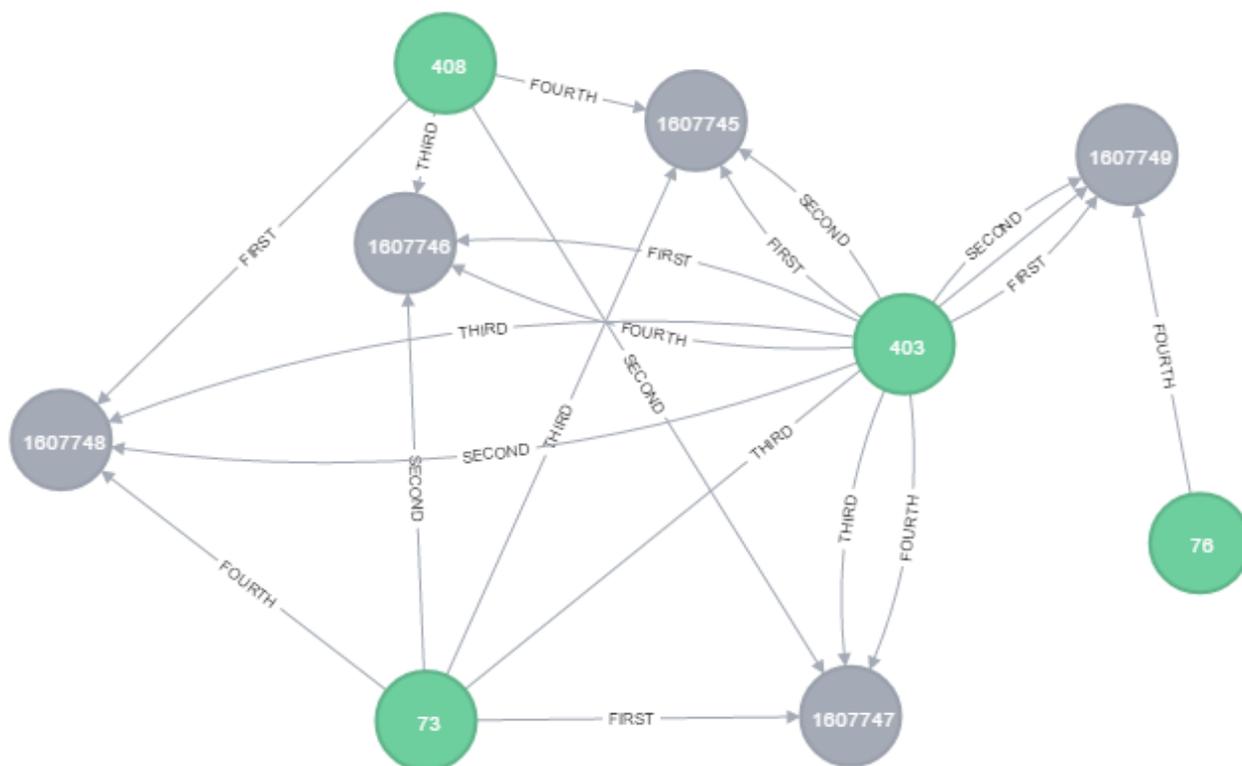


Рис. 1. Представление секвенций ( $n=4$ )

**Секвенциальный анализ.** При анализе часто вызывает интерес выявление устойчивых последовательностей происходящих событий. При обнаружении

закономерностей в таких последовательностях можно с некоторой долей вероятности предсказывать появление событий в будущем.

В ходе работы была разработана схема представления последовательности сообщений в графовом виде. Пример представлен на рис. 1. Серые вершины на графе – секвенции, зелёные – коды событий. Рёбра отображают связь между кодом и секвенцией, последовательность кодов и количество их появления в системе.

Затем были разработаны запросы к графовой базе данных на языке *Cypher* для поиска устойчивых последовательностей длиной  $n=2...6$  в графе, представляющем исходные данные. Результатом выполнения запроса является граф (рис. 2) и таблица переходов (табл. 1). Пример запроса:

```
MATCH (c:CODE)
MATCH c-[f:FIRST]->(:DUPLET)
WITH MAX(f.w) as max_w, SUM(f.w) as sum_w, c
MATCH c-[f_max:FIRST{w: max_w}]->(q:DUPLET)
WHERE max_w/sum_w > 0.75

//ПОИСК ВЕРОЯТНОСТЕЙ
WITH q, max_w

MATCH (first_code:CODE{code: q.codes[0]})-[f:FIRST]->(:DUPLET)
WITH q, max_w, SUM(f.w) as P1, max_w as P12, first_code

MATCH (second_code:CODE{code: q.codes[1]})
MERGE first_code-[t:TEMP{tmp: P12 + "/" + P1}]->second_code

RETURN q.codes, t, P1, P12, toFloat(P12)/P1 as P
ORDER BY P DESC
```

В табл. 1 приведен фрагмент рассчитанных условных вероятностей при длине секвенции  $n=2$  – зависимость текущего слова только от предыдущего, где  $A_1$  – код предыдущего слова,  $A_0$  – код текущего слова,  $C_1$  – количество значений предыдущих слов в тексте,  $C_{10}$  – количество значений текущих слов после заданного предыдущего,  $P_{10} = P(A_0 / A_1)$  – условная вероятность появления слова  $A_0$  после  $A_1$ . На достоверность анализа влияет значение  $C_1$ , т.е. рассчитанную вероятность можно считать достоверной только при значительном количестве слов  $A_1$  в тексте.

На рис. 2 представлен граф цепи Маркова для данных, рассчитанных согласно табл. 1. Вершины графа – коды слова (события)  $A_i$ , а на ребрах отмечены – вероятности переходов в следующее состояние цепи (появление кода следующего события). Для сохранения информации об общем числе появления цепочек в журнале дуги графа подписаны как  $C_{10} / C_1$ .

Результаты проведения секвенциального анализа показали применимость данного метода в области поиска сетевых аномалий. Так же показана эффективность и наглядность использования графовых баз данных для секвенциального анализа.

При секвенциальном анализе для повышения достоверности результатов, стоит задача фильтрации шумов – исключение из анализа событий имеющих

равновероятное появление в тексте. Для снижения влияние шумовых событий необходимо перейти к анализу ассоциаций.

Таблица 1. Фрагмент таблицы вероятностей переходов ( $n=2$ )

$A_1$	$A_0$	$C_1$	$C_{10}$	$P_{10}$
78	78	43	40	0,930233
376	376	376	349	0,928191
76	74	2018	1862	0,922696
77	77	1768	1413	0,799208
74	72	2018	1253	0,620912
75	75	1795	931	0,518663
403	403	47	22	0,468085
72	76	1874	666	0,35539
73	76	18	6	0,333333
...	...	...	...	...

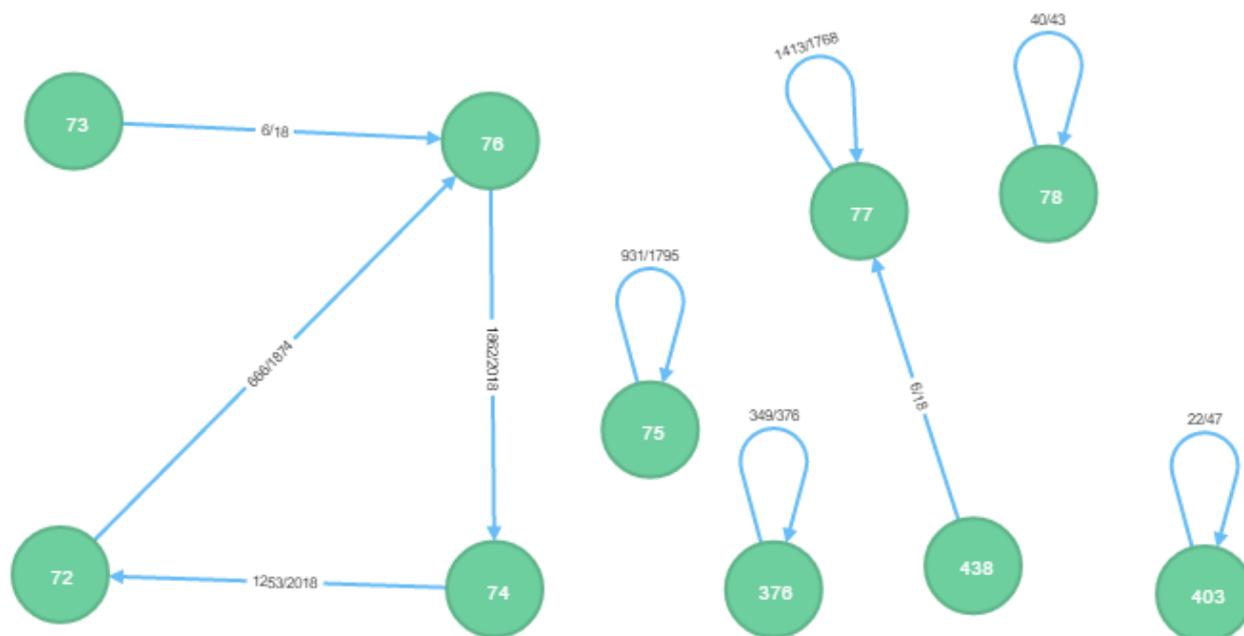


Рис. 2. Фрагмент цепи Маркова переходов ( $n=2$ )

**Ассоциативный анализ.** Отличие поиска ассоциативных правил от секвенциального анализа в том, что в первом случае ищется набор объектов в рамках одной транзакции, т. е. такие события, которые чаще всего происходят одновременно (в короткое друг от друга время). Таким образом задачей ассоциативного анализа является поиск стабильно близко появляющихся событий.

В ходе работы была разработана схема представления транзакций (наборов сообщений) в графовом виде, с целью повышения эффективности ассоциативного анализа. Пример представлен на рис. 3. Синие вершины на графе – ассоциации, зелёные – коды событий. Рёбра отображают связь между кодом и ассоциацией и количество их появления в системе.

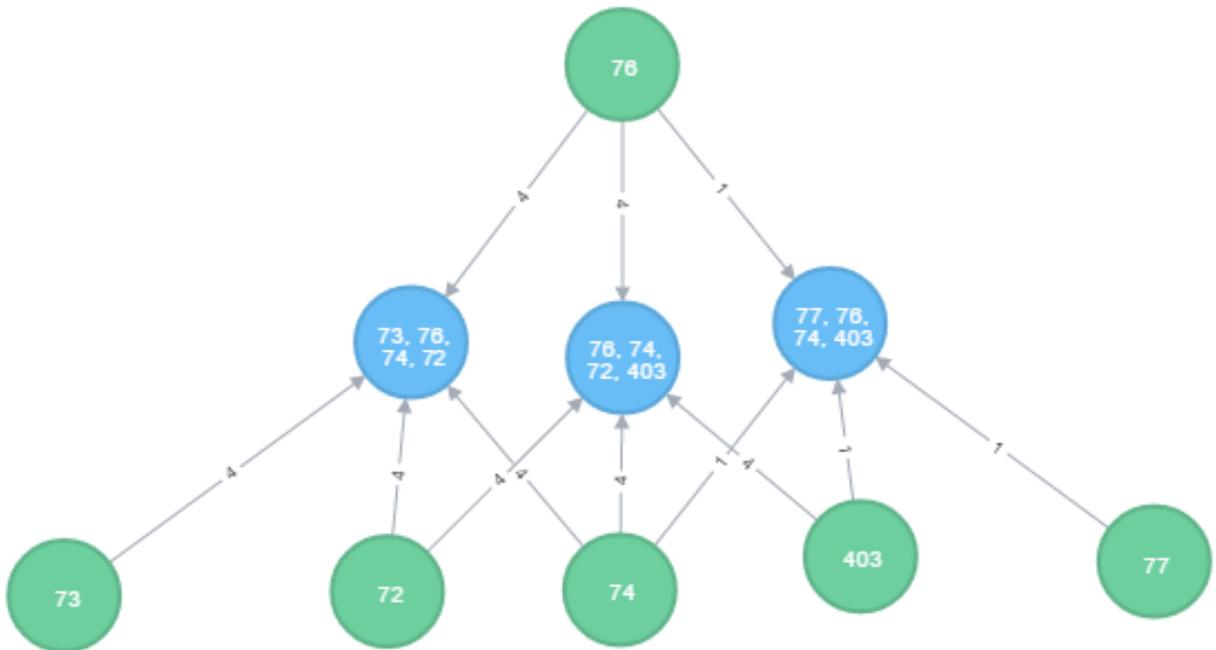


Рис. 3. Пример представления транзакций ( $n=4$ )

Результатом ассоциативного анализа является список самых часто встречаемых ассоциаций. Для этой задачи так же был разработан эффективный запрос к графовой базе данных. Пример результата анализа представлен в графовом (рис. 4) и табличном (табл. 2) виде. Пример запроса:

```
MATCH ()-[r]->(q:QUARTET)
WITH q, MAX(r.w) as max_w
RETURN q
ORDER BY max_w
LIMIT 10
```

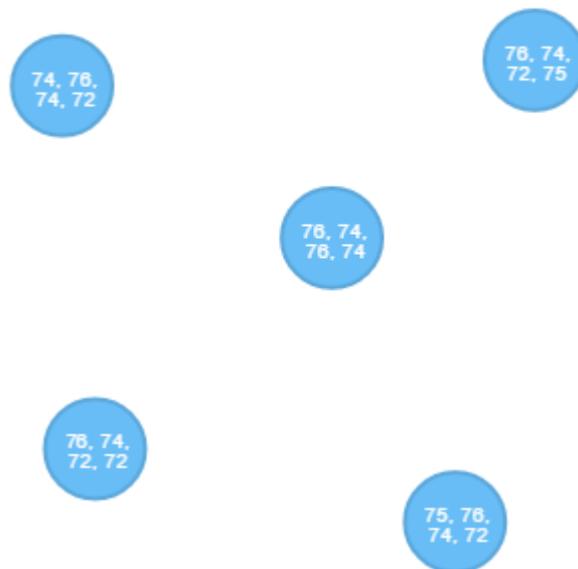


Рис. 4. Результирующий список ассоциаций ( $n=4$ )

Таблица 2. Фрагмент результирующей таблицы ассоциаций ( $n=4$ )

$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	Количество
76	74	72	76	232
74	72	76	74	232
72	76	74	72	176
75	76	74	72	128
76	74	72	75	120
...	...	...	...	...

**Составление портретов поведения.** Для анализа журналов *Cisco MARS* и *email* могут быть применены реализации секвенциального и ассоциативного анализа описанные выше. На вход анализа поступают данные за некоторый промежуток времени (час, день, неделя, месяц) по всей системе или некоторой её части (узла, домена, пользователя и т.д.). На выходе получаем взвешенный граф – результат анализа (примеры представлены ниже). Такие графы являются портретами поведения системы, домена, узла или пользователя за указанный временной промежуток.

Дополнительно в зависимости от характера исходных данных в графовой базе данных могут быть применены и другие виды анализа, для выявления закономерностей в представленных данных.

Для анализа журнала *email* на основании исходных данных строится граф взаимосвязей всех сущностей изучаемого трафика за выбранный промежуток времени: имя/домен отправителя сообщения, имя/домен получателя сообщения, код темы сообщения, время сообщения. На рис. 5 представлен пример графа поведения системы по журналу *email*. На рисунке узлы жёлтого цвета – домены, синие – имя пользователя, зелёные – электронная почта. Ребра хранят информацию о теме сообщения и время отправления.

На основе графа поведения системы, при выполнении запроса к графовой базе данных строятся взвешенные графы по заданным параметрам безопасности. Например, «граф сообщений, отправленных с одного домена на другой» (рис. 6), или «пользователи, которые автоматически пересылают входящие сообщения на некорпоративные электронные адреса».

**Обнаружение аномалий.** Результаты построения портретов поведения системы/пользователя могут иметь самостоятельное значение при изучении представленных журналов сетевых событий. Однако, часто дополнительно требуется выявить аномалии в поведении системы/пользователя.

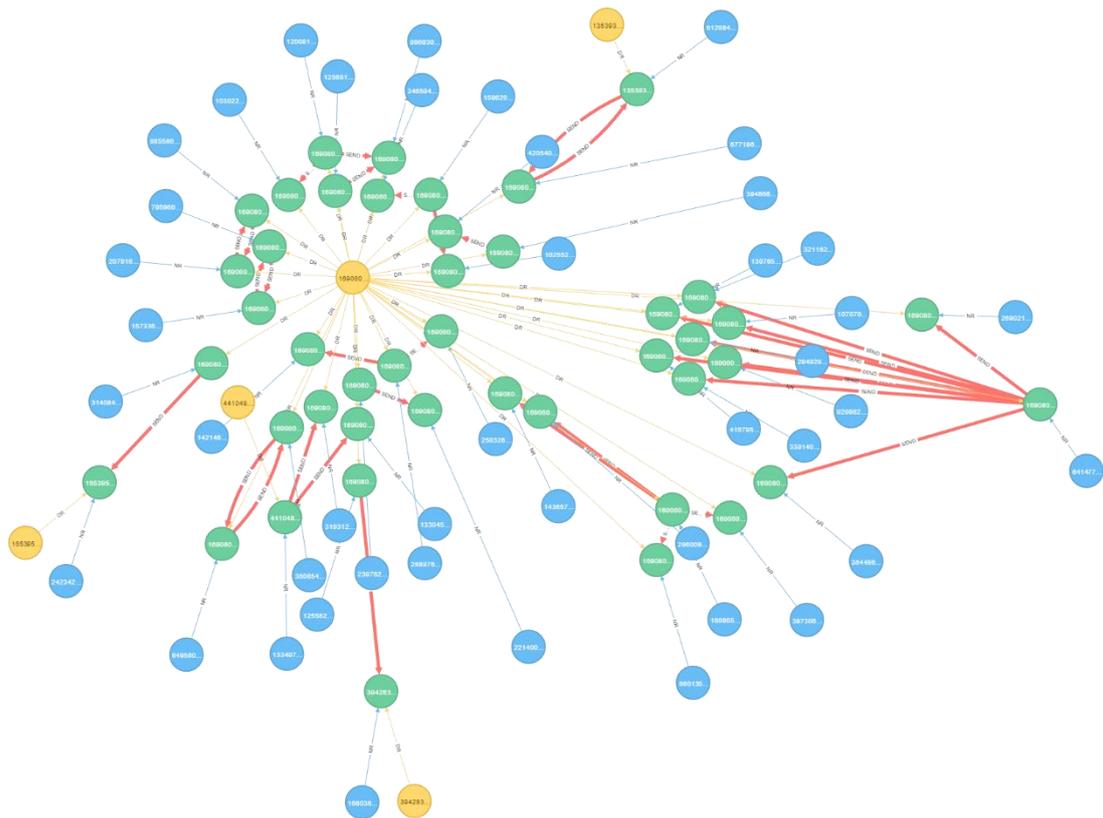


Рис. 5. Фрагмент графа поведения системы по журналу *email*

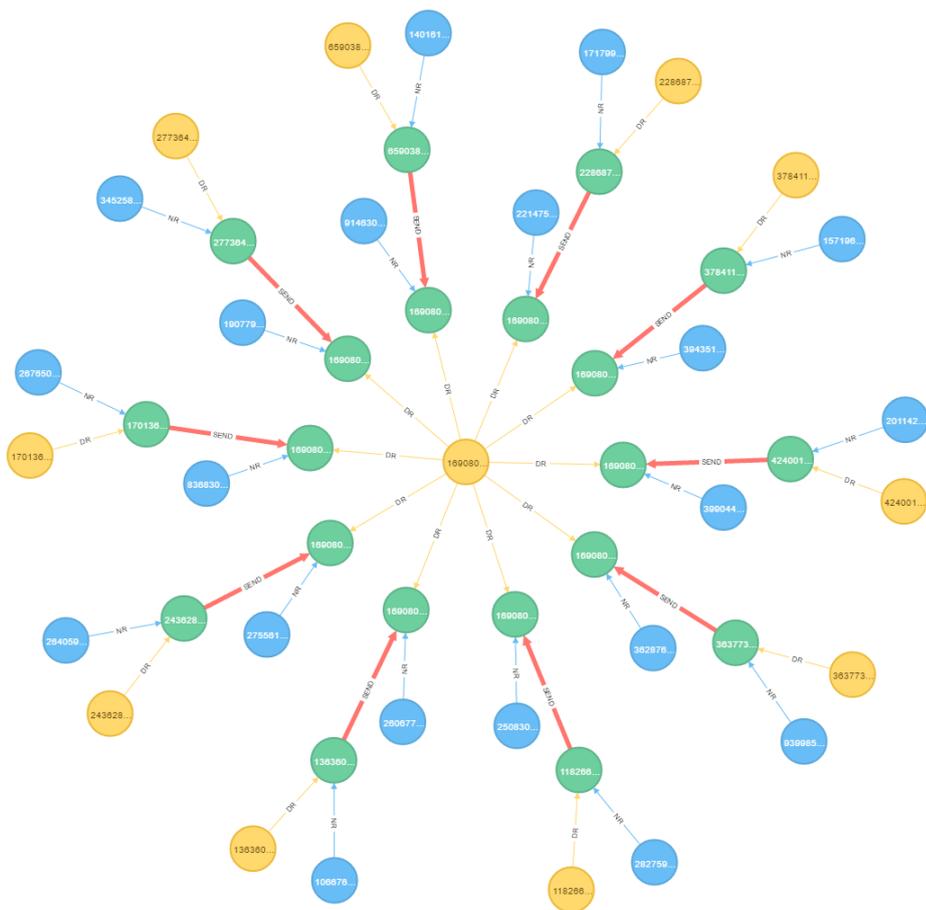


Рис. 6. Пример взвешенного графа «Сообщения с разных доменов»

Обнаружение аномалий возможно проводить следующими способами:

1) выявлять отклонение текущего поведения системы/пользователя от поведения на предыдущих временных отрезках работы (обучение без учителя);

2) на основе обучения с учителем классифицирующей системы с использованием оценки эксперта (специалиста по сетевой безопасности) относить вновь построенный (текущий) взвешенный граф результатов анализа к типу «норма» или «аномалия».

Вовремя исследования данных журнала отправки электронной почты, получено множество типов портретов поведения системы (взвешенных графов). Это позволяет сделать вывод, что при должной экспертной оценке взвешенных графов, можно построить системы классификации текущего поведения системы/пользователя по типам к типу «норма» или «аномалия».

Для реализации указанных вариантов обнаружения аномалий необходимо разработать эффективный алгоритм нечеткого сравнения взвешенных графов.

**Сравнение производительности работы.** Ниже представлена таблица сравнения производительности различных операций между СУБД *MySQL* и *neo4j*.

Таблица 3. Таблица сравнения производительности

Операция	Размер выборки	Время выполнения MySQL (мс)	Время выполнения Neo4j (мс)
Поиск устойчивых последовательностей (секвенциальный анализ)	100 000 записей	7533	4831
Поиск устойчивых наборов (ассоциативный анализ)		9652	3286

**Заключение.** Проведённые в ходе работы эксперименты подтверждают возможность использования представленных подходов для анализа трафика корпоративной сети. Рассмотрены секвенциальный и ассоциативный анализ. В дальнейшем предполагается использовать и другие виды анализа в зависимости от природы исходных данных.

Результаты работы возможно использовать для разработки автоматизированной системы анализа трафика. Проект может предоставляться как сервис для заинтересованных клиентов или внедряться повсеместно с информационной инфраструктурой заказчика.

В ходе работы был разработан скрипт на языке программирования *Python* для переноса данных в графовую базу данных *neo4j*, а также запросы к графовой базе данных на языке запросов *Cypher*.

Предложенные подходы могут быть использованы для интеллектуального анализа данных других прикладных областей.

### Список литературы

1. Барсегян А.А. Анализ данных и процессов, Санкт-Петербург, Издательство «БХВ-Петербург» 2009 г. – С. 140-164.
2. Коробейников А.В., Конин А.В., Менлитдинов А.С. Стохастический подход к секвенциальному анализу событий корпоративного сетевого трафика системы *Cisco MARS* // Вестник КИГИТ. 2012. № 7 (25). – С. 60-70.
3. Эйфрем Э., Вебер Дж., Робинсон Я. Графовые базы данных, Москва, Издательство «ДМК-Пресс», 2015 г.
4. Neo4j Documentation: URL: <http://neo4j.com/docs/>.

*Переведенцев К.А.*, аспирант, e-mail: perevedencevk@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Средства информационных и телекоммуникационных технологий в период тренировочной деятельности спортсменов

**Аннотация:** Новые технологии, позволяющие передавать информацию на значительных расстояниях, снижая затраты на их передачу, является мощным средством повышения эффективности работы.

**Ключевые слова:** Информационно-телекоммуникационные технологии, WEB-технологии, программно-аппаратное обеспечение, программа тренировок, автоматизированные системы.

Информационно-телекоммуникационные технологии сегодня прочно укрепились в нашей жизни, они основаны на телекоммуникационных средствах связи, использовании компьютеров и компьютерных сетей. Поэтому умение пользоваться компьютерными технологиями является неотъемлемым элементом в подготовке специалистов в любой научной области, в том числе и в области физической культуры и спорта. В век информационных технологий это главный показатель развития общества, возможность его интеграции в мировую цивилизацию, способность ученых усовершенствовать темпы научно-технического прогресса. Они не только ускорили процесс обработки различных видов информации, программ, вычислительных ресурсов, но и обеспечили доступ к удаленным базам данных и возможность электронных коммуникаций, позволили осуществлять общение и обмен информацией в реальном времени. Именно они сегодня применяются уже во всех сферах деятельности, при этом в области информационных технологий к людям предъявляются жесткие требования [1].

Технологии массовой информации совершенствуются и постоянно развиваются, так как появились они еще задолго до появления компьютеров. Термин «телекоммуникации» тоже не новый (от латинского *tele* — «вдаль», «далеко»), означавший некоторое время назад простой обмен информацией на расстоянии.

В настоящее время определение выглядит по-другому. Телекоммуникация — дальняя, дистанционная связь и дистанционная передача всех форм информации, включая данные, голос, видео и т.п., между компьютерами по линиям связи различных видов.

Усовершенствованные методы к использованию WEB-технологий предполагают реализацию тесного контакта участников во всех процессах режима работы и образования. Организация учебной деятельности с применением инструментальных и прикладных программ обеспечивается информационными технологиями и ресурсами глобальных телекоммуникаций (рис. 1), позволяющих пользоваться средствами и системами, что нужно современному человеку для развития кругозора [2].



*Рис. 1.* Пример организации учебной деятельности с применением инструментальных и прикладных программ

В связи с этим перспективным направлением разработка научно-педагогических основ создания и использования в подготовительном периоде спортсменов информационных технологий является глобальной информационной системой. В процессе тренировок по программе тренер на регулярной основе курирует подготовку, анализирует прогресс. Особенным подходом к использованию программно-аппаратных средств телекоммуникаций в спорте (в том числе локальных и глобальных компьютерных сетей, инструментального программного обеспечения информационного взаимодействия во всемирной информационной среде) является разработка педагогического контроля тренера и возможность полноценной тренировки спортсменов при отсутствии тренерского штаба и условий общения в своем городе. Это направление имеет значительное будущее как для практики образования, так и для педагогической науки. Создание таких условий функционирования единого информационного образовательного пространства позволит реализоваться каждому спортсмену, так как это оптимальное решение для тех, кто предпочитает тренироваться самостоятельно по тренировочному плану, разработанному профессионалами, и спортсменам-любителям, которые тренируются на результат и готовятся к конкретному старту или спортивному сезону [3].

Основа нынешних информационных технологий имеет на сегодняшний день три технических достижения:

1. Развитие средств связи, обеспечивающих доставку информации практически в любую точку земного шара без существенных ограничений во времени и расстоянии.

2. Способность автоматизированной переработки информации с помощью компьютера.

3. Создание новой среды сбора и хранения информации на информационных носителях.

В российском образовании, как известно, немало проблем, главной из которых является малое количество высококвалифицированных тренеров, умеющих построить грамотный тренировочный сплит. Ситуация немного, но меняется, спортивные заведения, использующие информационные технологии, рассматривают их преимущественно с точки зрения облегчения труда с накоплением информации. И все же следует обратить внимание на развитие и влияние информационных технологий в управлении и усовершенствовании региональной системой «Физическая культура и спорт».

Когда спортивные школы располагаются не только в регионе, но и за его пределами, экономически и практически не выгодно посылать тренерский состав в отдаленные точки, чтобы провести обучающие лекции лично.

При использовании сетевой камеры или видео сервера с интегрированным двухсторонним аудио (дуплекс), тренер так же дистанционно может визуально со звуковым сопровождением управлять процессом с периферии, т.е. используя беспроводную камеру (рис. 2), можно организовать семинар или лекцию [4].

Таким же образом можно провести знакомство с новыми технико-тактическими методами и проверить позже их знания и умения.

Все это можно достичь, и при пользовании специальной программы – звукового модуля вместе с камерой без встроенной звуковой поддержки или совместимым сетевым сервером.

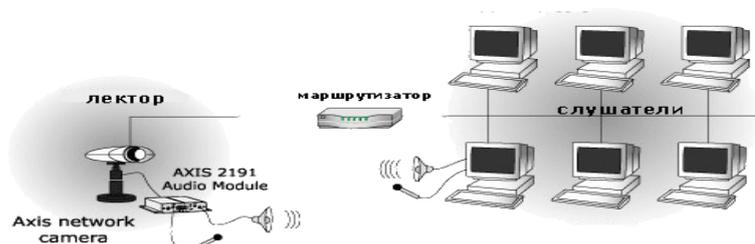


Рис 2. Схема дистанционного обучения

Исходя из этого, изучив литературу по данной проблеме подготовки специалистов по физической культуре, становится ясным, что нужно больше и чаще применять информационные технологии в процессе преподавания спортивных дисциплин и во время подготовки. Вопросы, касающиеся использования

телекоммуникационных технологий в сфере физической культуры и спорта, недостаточно используются на практике и не достаточно описаны в специализированной литературе. Данное исследование все еще остается актуальным на сегодняшний день как для развития спорта, так и для развития информационных технологий [5].

### Список литературы

1. Волков Г.Г., Глинский О.Ю. Компьютерные информационные технологии. БГЭУ: Бобруйск, 2010. – 86 с.
2. Алабужев А.Е. Новые информационные технологии в подготовке специалистов по физической культуре и спорту// УдГУ, Россия. Ижевск, 2001.
3. Бекасова С. Н., Чистяков В.А. Методология разработки и применения мультимедийных учебников в учебном процессе// Санкт-Петербургская государственная академия физической культуры имени п.ф. Лесгафта, Россия. Санкт-Петербург, 2001. – 23 с.
4. Бекасова С.Н., Чистяков В.А. информационный потенциал – базис информационных технологий // Санкт-Петербургская государственная академия физической культуры имени п.ф. Лесгафта, Россия. Санкт-Петербург. 2001. – 54 с.
5. Богданов В.М. Использование современных информационных технологий в теоретической и методико-практической подготовке студентов по физическому воспитанию / В. М. Богданов, В. С. Пономарев, А. В. Соловов // Материалы всерос. науч.-практ. конф. - СПб., 2000. – 78 с.

*Перевозчиков А.А.*, студент, конструктор, e-mail: perevaleksey4145@yandex.ru  
*Писарев С.А.*, д.т.н., к.э.н, профессор, заслуженный работник высшей школы

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Развитие роботизированных оружейных комплексов

**Аннотация:** целью данной статьи является исследование развития роботизированных оружейных комплексов и тенденции их практического применения для эффективного решения поставленных задач. Непосредственно в самом содержании работы будут рассмотрены только наиболее выдающиеся, по мнению автора, примеры. Результатом исследования является заключение о том, что в данном направлении ведутся активные работы по созданию новых образцов роботизированных оружейных комплексов, их производству и применению, что свидетельствует об их актуальности на сегодняшний день. В действительности полученные роботы хоть и способствуют уменьшению потерь личного военного состава, но сталкиваются с рядом проблем, таких как несовершенство связи и невозможность принятия самостоятельного решения без вмешательства оператора, которые, вероятно, будут решены только по прошествии некоторого времени.

**Ключевые слова:** система вооружения, роботизированные оружейные комплексы.

Целью данной работы является описание развития и становления роботизированных оружейных комплексов как отечественных, так и зарубежных в различных сферах применения. Был проведён анализ, из которого можно сделать предположение о том, что определение «робототехника» на сегодняшний день – это более или менее сложные автоматические системы, тем не менее имеется огромный простор для развития данной ветви как таковой, и, возможно, в недалёком будущем нам удастся стать свидетелями полноценных боевых роботов, непосредственно участвующих в проведении военных действий.

Начало развитию данного направления положил в начале XX века британец Чарльз Кеттеринг. Идея создать боевую машину, управляемую на расстоянии по радио, впервые использовалась при создании самолета без пилота, который бы поражал живую силу противника. Беспилотный аппарат, получивший в последующем наименование Kettering Bug (Воздушная торпеда Кеттеринга), был принят на вооружение в 1918 году.

Развитие роботизированных технологий в СССР в различных областях применения было представлено в виде: танков, таких как: Т-18, ТТ-26, принимавших участие в русско-финской войне; позже – на базе танка Т-72 опытный образец автоматизированной системы управления огнем и движением танков (АСУ-ОД); радиоаппаратуры для установки на серийном катере типа Ш-4; беспилотников Ту-123 «Ястреб», Ту-141 «Стриж» и Ту-143 «Рейс», ТУ-300 «Коршун-У». Сильное влияние на процесс оказала Вторая мировая война, с началом которой воюющие стороны начали испытывать потребность в более эффективных средствах поражения. Но наибольшее распространение «роботы» получили в Германии, где впервые в октябре 1939 года применили беспилотный самолет-разведчик Flakzielgerat 43, который произвел аэрофотосъемку. А в 1941 году немецкие инженеры Роберт Луссер и Фритц Госслау разработали самолет V-1 Vergeltungswaffe 1, позднее известный как Fi-103 или Фау-1. Этот самолет стал первым в мире прототипом крылатой ракеты.

Что касается современных зарубежных разработок, то в 2007 году оборонная компания Великобритании BAE Systems разработала автоматический танк Black Knight («Черный рыцарь»). Танк может управляться либо с мобильного пульта управления, либо из специализированной БМП «Брэдли». При этом обеспечивается двусторонний обмен данными – оператор получает информацию с визирных средств танка. В США же создаются реактивные ударные беспилотники для ВМС и Армии (X-47В и Sky Avenger). Эти аппараты будут сконструированы с применением технологии малозаметности и будут оборудованы внутренними бомбовыми отсеками. Примечательно, что эти аппараты смогут находиться в воздухе до двух суток [1].

Однако следует выделить некоторые уже разработанные комплексы, которые используются при ведении боевых действий.

И первым в этом списке стоит «Платформа-М» — российский серийный роботизированный комплекс, представляющий универсальную самоходную гусеничную дистанционно-управляемую платформу (рис. 1). Разработан в ОАО «НИТИ «Прогресс» по заказу Минобороны РФ. Предназначен для разведки, обнаружения и поражения различных целей, огневой поддержки войсковых подразделений, патрулирования и охраны объектов. Может ставить дымовые завесы, вести дистанционное минирование и разминирование, доставлять грузы на небольшие расстояния, проводить аудиопропаганду. Все эти функции выполняются при размещении на нём различных модулей. В качестве полезной нагрузки на «Платформе-М» могут размещаться средства поражения (пулеметы, до 4 гранатометов «АГС-30» и ПТРК «Корнет»), комплекс оптико-электронной разведки (РЛС «Фара», тепловизор, дальномер, видеокамеры), спецсредства для обнаружения различных веществ, минный заградитель («КТПН-3»), трал для разминирования и другие средства. По информации ряда СМИ «Платформа-М» применялась в ходе ведения военной операции в Сирии [2].



*Рис. 1. Платформа-М*

Не менее интересным комплексом является SWORDS (сокращение от Special Weapons Observation Reconnaissance Detection Systems) — специальная боевая система наблюдения и разведки, созданная компанией Фостер-Миллер TALON (рис. 2). По утверждению производителя, робот предназначен для действий в городе, способен преодолевать песок, воду и снег до 1 фута (это составляет 0,3048 м) глубины, а также осуществлять подъём по лестнице. Он рассчитан на 8,5 часов работы от батарей в нормальном эксплуатационном режиме. Контролируется оператором на расстоянии до 1000 метров, весит около 100 фунтов (45 кг). Имеется целый ряд различных видов оружия, которые могут быть размещены на SWORDS: винтовки M16, 5,56-мм пулемёт M249, 7,62 мм пулемёт M240, винтовки Barrett M82, шестиствольный 40-мм гранатомёт или четырёхствольный 66 мм огнемёт M202A1 FLASH. Данная боевая система применялась в Афганистане и Ираке. Базовый робот стоит приблизительно \$60 000. Текущая стоимость SWORDS составляет \$230 000, однако производитель

утверждает, что при серийном выпуске цена может снизиться до \$150 000 — \$180 000 [3].



*Рис. 2. Вариация вооружения робота SWORDS*



*Рис. 3. «Тропа»*

Следует отметить, что студентами кафедры «Стрелковое оружие» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» Верёвкиным П.С. и Чистяковым В.Р. под руководством кандидата технических наук, доцента Кириллова В.И. в 2012 году был выполнен дипломный проект, итогом которого стала самоходная колёсная дистанционно-управляемая платформа «Тропа» с установленным на ней автоматическим гранатомётом (рис. 3).

Немаловажную роль в современной роботизированной оружейной технике играют стационарные модули. Известно, что на выставке Russia Arms Expo (RAE) 2015 ОАО «Концерн «Калашников» впервые продемонстрировал новый

дистанционно — управляемый боевой модуль (МБДУ) в работе в различных исполнениях: установленный на бронемашину тяжелого класса семейства «Тайфун» и на катер БК-16 (рис. 4). Модуль оборудован системой гиросtabilизации по двум осям, автоматическим сопровождением выбранной подвижной цели и запоминанием до 10 неподвижных целей, а также повышенной бронезащитой, в том числе от пуль калибра 7,62 типа Б-32. На данный модуль возможна установка четырех видов вооружения, в частности пулеметов калибра 12,7-мм и 7,62-мм, 30-мм гранатометов типа АГ-17А, а также нового 40-мм автоматического гранатомета. Блок наблюдения и целеуказания оборудован видеокамерами широкого и узкого поля зрения, лазерным дальномером, а также фильтрами улучшения изображения в ненормируемых условиях наблюдения. Максимальная измеряемая дальность до цели составляет 2,5 тысячи метров [4].



*Рис. 4. МБДУ концерна «Калашников»*



*Рис. 5. «Арбалет»*

Конкуренцию ижевскому модулю составляет ковровский аналог «Арбалет» (рис. 5). Данный образец создан коллективом высококлассных ковровских конструкторов ООО «Оружейные мастерские» и отвечает всем современным требованиям, предъявленным не только в нашей стране, но и за рубежом.

Тем не менее следует помнить о том, что среди представленных выше роботизированных оружейных комплексов существует ряд проблем, таких как:

неустойчивость связи между роботом и оператором, огромные гигабайты медленно передаваемой видео, фото и информации другого рода, а также неспособность данных систем вооружения самостоятельно принимать адекватные решения на поле боя без своевременного вмешательства оператора.

Ещё одним направлением прогресса в данном направлении является IWT LF640 Mk2 – это первый в мире роботизированный тепловизионный прицельный комплекс, в котором впервые полностью автоматизировано всё: от подготовки до выстрела (рис. 6). В одном компактном корпусе повышенной прочности из алюмомагниевого сплава интегрированы: тепловизионный модуль высокого разрешения, лазерный дальномер, метеостанция, модуль глобальной навигационной спутниковой системы, электронный компас, высокопроизводительный компьютер с полноценной ОС Linux, электронный баллистический вычислитель, датчик угла места цели и датчик выстрела, а также другие сенсоры. Прибор полностью герметичен и способен работать в широком диапазоне температур: от –40 до +65 градусов Цельсия. Но у данного комплекса есть существенный минус – его цена составляет порядка 2,5 миллионов рублей [5].



*Рис. 6.* Роботизированный прицельный комплекс IWT LF640 Mk2

В итоге, можно сделать вывод, что в военной сфере существуют роботизированные технологии, позволяющие эффективно решать ряд задач.

#### Список литературы

1. Самардак В.А. Эволюция робототехники. - URL: <http://intellectual.ru/levkin.html> (дата обращения: 20.02.2016).
2. Википедия - свободная энциклопедия. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Платформа-М> (дата обращения: 20.02.2016).
3. Википедия - свободная энциклопедия. - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SWODS> (дата обращения: 21.02.2016).
4. Информационное агентство России «ТАСС». - URL: <http://tass.ru/armiya-i-opk/2249977> (дата обращения: 21.02.2016).
5. IWT – ЗАО «Инновационные Оружейные Технологии // Продукция. - URL: <http://inwetechnology.ru/product> (дата обращения: 21.02.2016).

*Петленко Ф.О.*, бакалавр, e-mail: psvbeare@ya.ru;  
*Ившина Л.И.*, канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## **Многофункциональный вертолетный центр. Анализ функций и проектные предложения.**

**Аннотация:** в данной статье исследуются перспективы развития инфраструктуры для вертолётов. Дается определение многофункционального вертолетного центра. В ходе исследования формируется понимание, что представляют из себя вертолетные центры в мире. На основе анализа существующих архитектурных решений предлагается разделить вертолетный центр на 9 функциональных зон. Прогнозируя качественные характеристики каждой зоны, определяются требования к ним, позволяющие сформировать качественную среду для работников и посетителей. Грамотное планирование с непосредственным учетом обозначенных функциональных зон позволит добиться многих положительных моментов в создаваемых проектах многофункциональных вертолетных центров.

**Ключевые слова:** вертолетный центр, многофункциональный центр, инфраструктура, вертолет, архитектура.

Человечество развивается. Этот процесс неизбежен, он идет с течением времени во всех направлениях жизнедеятельности: науке, технике, быту. Соответственно прогрессу меняется образ жизни. Вещи и явления, непривычные вчера становятся повседневными и незаурядными, мы перестаем их бояться, они становятся доступными и прочно входят в нашу жизнь. Так произошло с многими плодами научно-технического прогресса. Если рассматривать воздушный транспорт, можно легко проследить этот процесс. До определенного момента небо всегда казалось недоступным человеку. И даже с изобретением самолета эта мечта оставалась трудно осуществимой. Самолеты были единичными, дорогими, опасными. Ими мало кто умел управлять. Не существовало соответствующей инфраструктуры. Все эти факторы не оставляли выбора, и простому человеку оставалось пересекать континенты на поездах, а океаны на пароходах. Но сейчас мы видим огромные аэропорты, многомиллионные перевозки, сотни разных видов самолетов и десятки услуг, оказываемых авиакомпаниями. Вертолет – транспорт более персональный. В него не посадить сотни людей, окупив тем самым немалую стоимость транспортного средства. Однако сейчас в больших темпах идет совершенствование материалов, конструкций, увеличивается безопасность. Все это делает воздушный транспорт и услуги, оказываемые с его помощью доступнее и реальнее для все большего количества людей.

Что нужно для полёта? Исправный, заправленный, вертолет, обученный пилот, а также работающая законодательная база. С 1 ноября 2010 началось развитие малой авиации в России. Был введен уведомительный характер поле-

тов вместо разрешительного (как за рубежом) [1], из-за чего владение персональным вертолетом стало гораздо проще. Это становится сильным толчком к развитию. Проблем стало на одну меньше, но как получать весь комплекс услуг, связанный с вертолётами? Где их покупать, базировать, обслуживать?

Комплекс, в котором можно получить весь перечень таких услуг можно назвать «многофункциональный вертолетный центр». Начало строительства таких центров осуществляется в России совсем недавно. В настоящее время проектируется и строится сеть по всей стране, много проектов находится на стадии эскизных предложений. Таким образом, именно сейчас необходимо понять и выработать общие понятия и требования к вертолётным центрам, для того чтобы каждый строящийся проект соответствовал самым высоким стандартам. Следовательно, актуальность исследуемой темы очень высока.

Данное исследование является рассмотрением существующей в мире инфраструктуры для вертолётов, вертолётных центров. Необходимо понять перспективы их развития, сформировать требования к проектированию многофункциональных вертолётных центров.

Многофункциональный вертолетный центр – это инфраструктура для обслуживания, заправки, базирования вертолетов, вокруг которой создается здание или комплекс зданий и сооружений, обеспечивающих набор дополнительных функций для персонала, техники и клиентов вертолётного центра.

В одном месте клиентам предоставлены все необходимые услуги. Они могут совершить воздушную экскурсию, базировать вертолёт в отапливаемом ангаре, получать его квалифицированное техническое обслуживание, научиться навыкам пилотирования [2]. Функции могут варьироваться, добавляться новые.

Для того чтобы сформировать понимание, необходимо исследовать существующие аналоги. Крайне затруднительно найти что-либо по запросу «вертолётный центр», этот термин не используется широко. Алгоритмом поиска стали вертолётные школы, так как подавляющее большинство из них как раз расположены в вертолетных центрах. В результате анализа сайтов более 150 авиашкол по всему миру, был сделан вывод, что существующие вертолетные центры делятся на 2 типа:

1. Пристрой к аэропорту, с использованием его территории, ангаров и прочей инфраструктуры.

2. Отдельностоящие сооружения, в основном с применением быстровозводимых технологий. Такие комплексы состоят из ангара для хранения и здания, в котором сосредоточены все остальные функции.

У каждого из этих типов есть свои плюсы. Использование существующей инфраструктуры аэропортов очень рационально, а быстровозводимые технологии сильно удешевляют строительство. Но с точки зрения пассажиров, персонала, пилотов и учеников они не отвечают современным требованиям удобства, комфорта. Не выполняют некоторые функции, которые должен выполнять современный многофункциональный центр. Не соответствуют современным архитектурно-эстетическим требованиям. В основном вертолетные центры оста-

лись ориентированы на технические условия, применимые к лётному полю, которые, безусловно, нужно соблюдать в точности, но они не регламентируют архитектурную составляющую общественной зоны. Эта зона отходит на второй план и остается очень простой как в функциональном, так и в архитектурном отношении.

Современные реалии позволяют рассмотреть идею вертолетного центра заново. Добавить ему многофункциональность. Ориентировать на повышение качества предоставляемых услуг. Использовать современные материалы и технологии строительства. Добавить комплексу выразительность и привлекательность.

На основе анализа существующих архитектурных решений вертолетный центр может быть разделён на 9 функциональных зон. Прогнозируя качественные характеристики каждой зоны, определены требования к ним, позволяющие сформировать качественную среду для работников и посетителей.

1. Ангар для хранения вертолётков. Должен обеспечивать надежное хранение вертолётков, удобный доступ к ним. Обладает определенными размерами, исходя из класса вертолётка, их количества. Первоначальная вместимость определяется исходя из экономической целесообразности. Дальнейшее увеличение количества мест возможно за счет строительства новых ангаров на доступной территории, участок должен иметь необходимую свободную площадь для этого.

2. Взлетно-посадочная площадка. Перрон для маневрирования и хранения вертолетов. Формы и размеры мест стоянок вертолетов должны обеспечивать: возможность стоянки расчетного количества вертолетов; возможность взлета и посадки; удобство выруливания и заруливания вертолётка; возможности подъезда к вертолетам спецмашин, расстановки оборудования для обслуживания [3]. Генеральный план должен обеспечивать потребности современной эксплуатации, а также учитывать тенденцию развития аэропорта на перспективу не менее двадцати лет. Для последующих очередей строительства резервируются территории [4].

3. Служебно-техническая зона. Желательно чтобы эта зона была либо включена в ангар, либо напрямую соединялась с ним, для удобного доступа механиков, оборудования и компонентов. Сюда входят: вспомогательные помещения (мастерские), помещения для тех. персонала (с отдельным входом, раздевалкой, с/у), склад хранения горюче-смазочных материалов, склад техимущества, гараж.

4. Пассажирский комплекс. Клиентская зона. Начинается с входной группы. Располагается в непосредственной близости от гостевой парковки. Попадая внутрь клиент должен получать все необходимые услуги: получение информации, ожидание, отдых. Клиентская зона получается центральном во всем комплексе, из нее должен быть доступ ко всем другим зонам. При этом ВОвне осуществимо разделение сценариев для посетителей, персонала, пилотов и администрации путем правильного проектирования внутренних связей.

5. Административная зона. Желателен отдельный вход для сотрудников. В зону входят помещения штаба с командно-диспетчерским пунктом, помещения для администрации. Необходимо предусмотреть отдельные помещения для отдыха пилотов. Командно-диспетчерский пункт располагается в смотровой башне, доступ в которую возможен прямо из административных помещений. Смотровая башня должна иметь обзор на все площадки для взлета, посадки и руления.

6. Летная школа. Располагается в непосредственной близости от административной зоны для быстрого доступа лекторов, пилотов в учебные классы. Объем помещений проектируется исходя из максимального количества предполагаемых учеников. Так же в классах могут проводиться разовые лекции для всех желающих.

7. Привокзальная территория. Парковка. Проектное предложение должно предусматривать дифференцирование потоков. Благоустройство территории должно разграничивать функции и отделять общественные зоны от взлетно-посадочных площадок.

8. Зона питания. Может быть разного класса – от столовой для сотрудников и пилотов, до ресторана премиум-уровня. Наполняемость и его расположение в таком случае зависит от класса. Если это ресторан, в нем необходимо предусмотреть зону для обедов сотрудников и механиков, отделенную от основного зала. Имеет свою технологическую зону, у которой должен быть свой вход. Возможно проектирование открытых террас для летнего периода.

9. Гостиничные номера. Мини-отель. Дополнительная функция. Сложно звукоизолировать номера в непосредственной близости от взлетающих вертолетов. Если решить эту проблему современными звукоизолирующими материалами, ВОлне может быть. В таком случае целесообразно дополнить конференц-залами, для быстрых междугородних совещаний. Человек прилетел, тут же заселился в номер, провел совещание в конференц-зале, устроил ужин в ресторане. Таким образом, время, затрачиваемое на проведение междугородних совещаний, уменьшается в разы с помощью многофункционального вертолетного центра.

Многофункциональный вертолетный центр становится местом, где работает десяток разных профессий и который предлагает множество услуг для разнообразных посетителей. Это уже не набор сугубо технических сооружений. Грамотное планирование с непосредственным учетом обозначенных функциональных зон позволит добиться многих положительных моментов в создаваемых проектах. Потоки людей с различными целями становятся разделены, у каждого появляется удобный доступ в нужную зону. Каждый работник получает удобное рабочее место, а посетитель – комфортные услуги и приятную обстановку. Проектирование современного вертолетного центра должно совершить качественный скачок и радовать всех как удобным функциональным наполнением, так и современным архитектурным решением - притягательным и эффектным экстерьером. Вертолетный центр – комплекс зданий и сооружений,

который видно не только с земли, но и с воздуха, с подлетающих вертолётов. Многофункциональный вертолетный центр может стать визитной карточкой города и стать площадкой для оказания многих новых услуг в регионе. А сбалансированное развитие аэродромной и аэронавигационной инфраструктур, повысит эффективность функционирования всей авиатранспортной системы страны [4].

### Список литературы

1. *Сергей Никитский* «Вертолетный ликбез» [Электронный ресурс] // LiveJournal [сайт]. 2013. URL: <http://nikitskij.livejournal.com/298992.html> (дата обращения: 20.02.2016)
2. «Хелипорт Москва». Услуги. [Электронный ресурс] // Heliport-moscow [сайт] URL: <http://www.heliport-moscow.ru/service/leasing> (дата обращения: 8.02.2016)
3. *Юркин Ю.А.* Аэродромы и аэропорты. Часть 1: учебное пособие Москва 2012
4. *Юркин Ю.А.* Аэродромы и аэропорты. Часть 2: учебное пособие Москва 2012

*Созонова Н.А., студент,*  
e-mail: [sozonnataly.1294@inbox.ru](mailto:sozonnataly.1294@inbox.ru)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Анализ статистических данных о соответствии бюджетных мест инженерных направлений ИжГТУ имени М.Т. Калашникова потребностям предприятий города Ижевска**

**Аннотация:** Большинство бюджетных мест инженерных направлений ИжГТУ имени М.Т. Калашникова не соответствует потребностям предприятий города Ижевска из-за неправильного распределения. В ходе работы был проведен анализ бюджетных мест ИжГТУ и потребностей предприятий оборонно-промышленного комплекса города Ижевска, после которого была составлена модель соответствия. Данная модель показывает, на каких из востребованных на сегодняшний день вакансиях могут работать выпускники вуза. Так же приведена таблица соответствия, где указано процентное соотношение бюджетных мест и потребностей предприятий. С помощью данной модели сделаны выводы о распределении бюджетных мест.

**Ключевые слова:** бюджет, инженер, специальности, потребности, соответствие.

Крупные промышленные предприятия нуждаются в высококвалифицированных специалистах и особо ценят выпускников технических вузов. На сегодняшний день на региональном рынке труда и в России в целом не хватает квалифицированных кадров, которые могут заместить должности по инженерным

специальностям, спрос на которые повышается в связи с увеличением темпов роста промышленного производства.

Ежегодно ИжГТУ имени М.Т. Калашникова выпускает сотни молодых специалистов. Однако инженерные специальности, на которые государство выделяет бюджетные места, не всегда соответствуют потребностям предприятий города Ижевска.

ИжГТУ имени М.Т. Калашникова включает в себя двенадцать факультетов, из них десять выпускают студентов инженерно-технических специальностей. На каждом из факультетов есть свой план приема абитуриентов. Больше всего бюджетных мест на 2016 год государство выделило на следующие направления подготовки:

- конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (32 места);
- машиностроение (36 мест);
- стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие (50 мест);
- прикладная математика (40 мест);
- инфокоммуникационные технологии и системы связи (38 мест);
- информатика и вычислительная техника (80 мест);
- программная инженерия (42 места);
- строительство (123 места);
- техносферная безопасность (45 мест).

Для анализа наиболее востребованных специальностей ИжГТУ имени М.Т. Калашникова в соответствии с потребностями предприятий г. Ижевска, на которые необходимо выделять бюджетные места, были выбраны пять оборонно-промышленных предприятий города Ижевска:

- Концерн «Калашников»;
- Ижевский электромеханический завод «Купол»;
- Ижевский радиозавод;
- Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг»;
- Ижевский металлургический завод «Ижсталь».

На сегодняшний день на вышеперечисленных предприятиях больше всего нуждаются в следующих кадрах:

- специалист технической поддержки – 25 %;
- мастер производственного участка – 33 %;
- инженер-электроник – 50 %;
- инженер-проектировщик – 50 %;
- инженер-конструктор – 26 %;
- инженер по техническому надзору – 40 %;
- инженер по охране труда – 50 %;
- инженер технолог – 43 %;
- инженер по качеству – 34 %.

Процентное содержание показывает, сколько специалистов требуется на рассматриваемых предприятиях по отношению ко всем остальным промышленным предприятиям города Ижевска.

Если посмотреть в целом, то данные вакансии составляют 40% от всех вакансий промышленных предприятий города Ижевска.

Составим алгоритм принятия решения (рис. 1) о распределении бюджетных мест ИжГТУ в соответствии с потребностями предприятий города Ижевска.

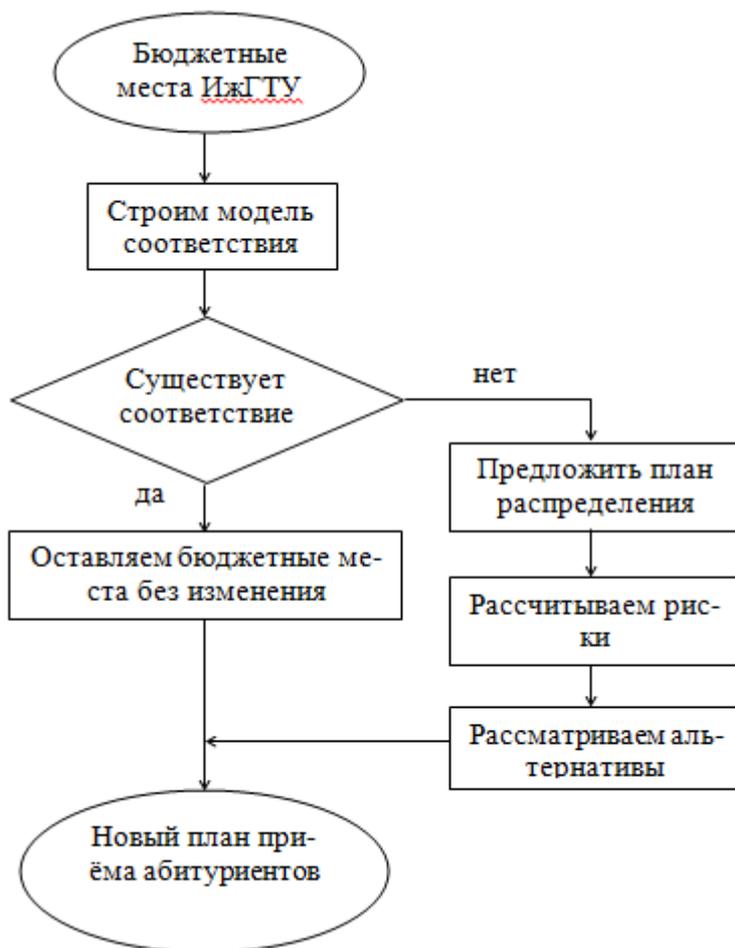


Рис. 1. Алгоритм принятия решения

Для того чтобы решить проблему несоответствия бюджетных мест инженерных направлений ИжГТУ потребностям предприятий ОПК города Ижевска составим модель соответствия (рис. 2). То есть определим, на каких из востребованных на сегодняшний день вакансиях могут работать выпускники вуза.

места	%	наименование направлений подготовки(специальностей)	Потребности предприятий	потребности предприятий (%)
		<b>Современные технологии машиностроения, автомобилестроения и металлургии</b>		
15	2,74	Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	Инженер-проектировщик	50
32	5,85	Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	Специалист по планированию производства	0
16	2,93	Машиностроение	Наладчик станков с ЧПУ	0
		<b>Машиностроительный факультет</b>		
50	9,14	Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие	Специалист технической поддержки	25
15	2,74	Технологические машины и оборудование	Мастер производственного участка	33
16	2,93	Энергомашиностроение		
11	2,01	Двигатели летательных аппаратов		
		<b>Приборостроительный факультет (П)</b>		
25	4,57	Конструирование и технология электронных средств	Инженер-электроник	50
20	3,66	Приборостроение		
15	2,74	Радиоэлектронные системы и комплексы	Инженер-программист	0
16	2,93	Радиотехника	Инженер по качеству	34
38	6,95	Инфокоммуникационные технологии и системы связи	Инженер-конструктор	26
25	4,57	Электроэнергетика и электротехника	Инженер по охране труда	50
		<b>Факультет «Информатика и вычислительная техника» (ИВТ)</b>		
80	14,63	Информатика и вычислительная техника	Инженер-технолог	43
42	7,68	Программная инженерия		
19	3,47	Информационная безопасность автоматизированных систем		
		<b>Факультет «Управление качеством» (УК)</b>		
10	1,83	Управление качеством		
15	2,74	Системный анализ и управление		
45	8,23	Техносферная безопасность		
27	4,94	Мехатроника и робототехника		

Рис. 2. Модель соответствия

Из данной модели соответствия, например, можно сделать вывод о том, что студенты окончившие специальность «Системный анализ и управление» смогут пойти работать специалистом по планированию производства, инженером-программистом, инженером по качеству. Такие выводы можно сделать по каждой специальности.

По данной модели соответствия так же можно составить таблицу соответствия – таблица, из которой будет видно, сколько необходимо специалистов на выбранных предприятиях ОПК и сколько выпускников с разных специальностей могут по ним работать.

*Таблица. Таблица соответствия*

Потребности предприятий	Потребности предприятий, %	Бюджетные места, %
Инженер-проектировщик	50	51,02
Специалист по планированию производства	0	2,74
Наладчик станков с ЧПУ	0	23,05
Специалист технической поддержки	25	25,05
Мастер производственного участка	33	24,5
Инженер-электроник	50	9,14
Инженер-программист	0	33,56
Инженер по качеству	34	14,08
Инженер конструктор	26	43,15
Инженер по охране труда	50	8,23
Инженер технолог	43	34,92

По данной таблице видно, где именно присутствует соответствие бюджетных мест ИжГТУ потребностям предприятий, а где его нет.

После проведенного анализа можно сделать вывод о том, что необходимо осуществить перераспределение бюджетных мест инженерных направлений ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, так как присутствует несоответствие потребностям предприятий оборонно-промышленного комплекса города Ижевска.

Нужно увеличивать количество бюджетных мест на те специальности, после окончания которых студенты смогут работать по таким вакансиям как инженер-электроник, инженер по качеству, инженер по охране труда, инженер-технолог, мастер производственного участка. Так же нужно уменьшать количество бюджетных мест на специальности, после которых студенты смогут работать по таким вакансиям как наладчик станков с ЧПУ, инженер-программист, инженер-конструктор. Остальные специальности, после которых можно рабо-

тать инженером-проектировщиком, специалистом по планированию производством, специалистом технической поддержки можно оставить без изменений.

### Список литературы

1. Гольцова, Е.В. Разработка информационной системы управления подготовкой кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса / Е.В. Гольцова, В.С. Клековкин // В книге: Выставка инноваций - 2015 (весенняя сессия) Электронное научное издание: сборник тезисов докладов XIX Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. – 2015.– С. 49-51.

*Тратканова К.С.*, студент, e-mail: [kseniya.malshka.zu@mail.ru](mailto:kseniya.malshka.zu@mail.ru)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Индивидуальная траектория выбора специальности в Вузе, с учетом требований всех заинтересованных сторон**

**Аннотация.** Данная статья направлена на построение индивидуальной траектории обучения для старшеклассников. Для того чтобы ее сформировать нужно ознакомиться со всеми заинтересованными сторонами, как они влияют на выбор профессии, на уровень образования. Уровень образования и его качество отображается на успеваемости старшеклассников. Информация о вузах должна доноситься до старшеклассников своевременно и мотивировать на поступление в вуз. Поэтому старшеклассник должен на начальном этапе образования сформировать свою траекторию обучения, учитывая свою успеваемость, интересы и востребованность специальностей на рынке труда.

**Ключевые слова:** старшеклассники, образование, заинтересованные стороны, вуз, ЕГЭ.

Процесс обучения сейчас занимает достаточно длительное время у каждого человека по-своему, на протяжении этого времени ему необходимо сформировать свою траекторию обучения, а это означает, что ему нужно найти свой путь для реализации собственного потенциала в образовании.

Поэтому индивидуальная траектория обучения направлена на развитие у человека всех качеств личности, за счет восприятия всего учебного материала отсюда и образование в вузе, в котором развивает свои умения в учебной деятельности, планирует и добивается своих поставленных целей, задач и личностных достижений в образовательном процессе.

На выбор человека пойти дальше получать высшее образование или же идти работать влияют заинтересованные стороны (рис. 1).



Рис. 1. Модель заинтересованных сторон

Отсутствие доступной и достоверной информации для лиц, принимающих решения в процессе своего профессионального самоопределения. При неправильном выборе профессии может привести к ошибке и соответствующего направления подготовки в учебном заведении, что влечет за собой проблемы во время получения профессионального образования, а затем при трудоустройстве. В связи с этим наблюдается явное несоответствие между компетентностью соискателей и потребностями рынка труда.

Формирования свою траекторию обучения, нужно с начального уровня образования, так как на этом этапе формируется личности человека, его индивидуальные способности и умения в учебной деятельности. Структура уровня образования в рамках формирования индивидуальной траектории обучения (рис. 2).

Цель каждого уровня заключается в том, что на начальном этапе образования нужно формировать себя как личность, свою культуру общения, проявление навыков умственного и физического труда; для основного общего, нужно формировать как здоровый образ жизни, так и проявлять интерес к социальному самоопределению; среднее общее и среднее профессиональное образование направлено на интерес к познанию, творческих навыков, на подготовку к жизни в обществе; высшее образование направлено на подготовку уже высококвалифицированных кадров в соответствии с требованиями заинтересованных сторон и конечно удовлетворение личности.

Модель уровня образования помогает скоординировать свои действия в образовании и сформировать ту траекторию обучения, которая подойдет для каждого человека.

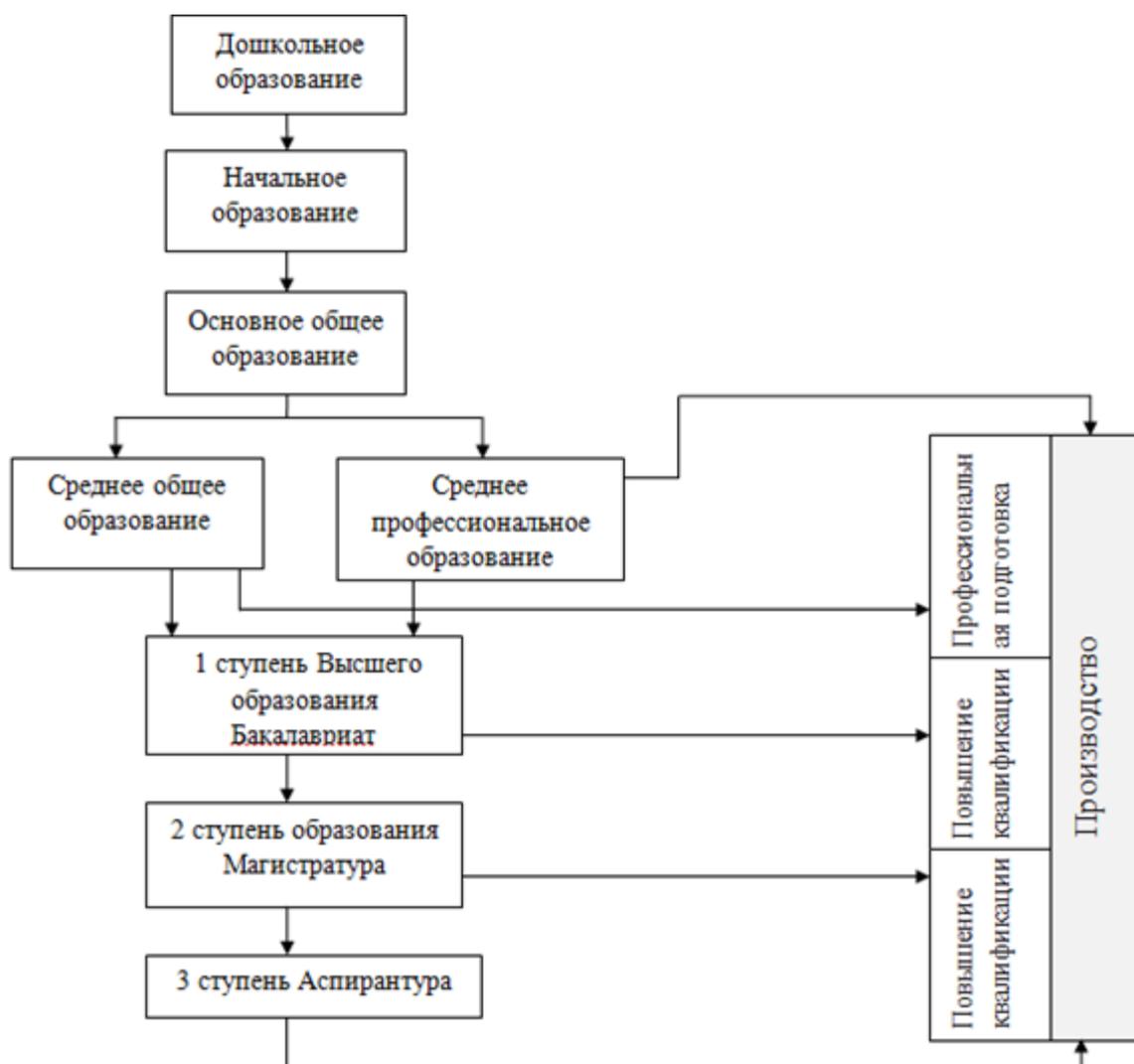


Рис. 2. Модель уровня образования

Не только выбор своей траектории обучения зависит от уровня образования и от заинтересованных сторон, но и качества знания самого человека. Для того чтобы оценить качество знаний, нужно опираться на те знания, которые были оценены прошлыми годами, например, таким как средний балл ЕГЭ, с которым абитуриенты приходят в вуз, – один из ключевых показателей результатов работы вуза. Качество знаний оцениваемых средним баллом по ЕГЭ всей Удмуртской Республики представлено в таблице.

Таблица. Средний балл по ЕГЭ УР

Общеобразовательный предмет	Средний тестовый балл по ЕГЭ			
	2012	2013	2014	2015
Физика	46,1	54,12	45,4	51,2
Информатика и ИКТ	68,41	67,9	57,1	53,6
Обществознание	58,07	60,24	55,4	53,3
Русский язык	62,74	64,66	62,5	65,9
Математика (профильный уровень)	44,01	45,85	46,4	45,4

По данным из таблицы, представлена тенденция среднего балла ЕГЭ по Удмуртской Республике (рис. 3).

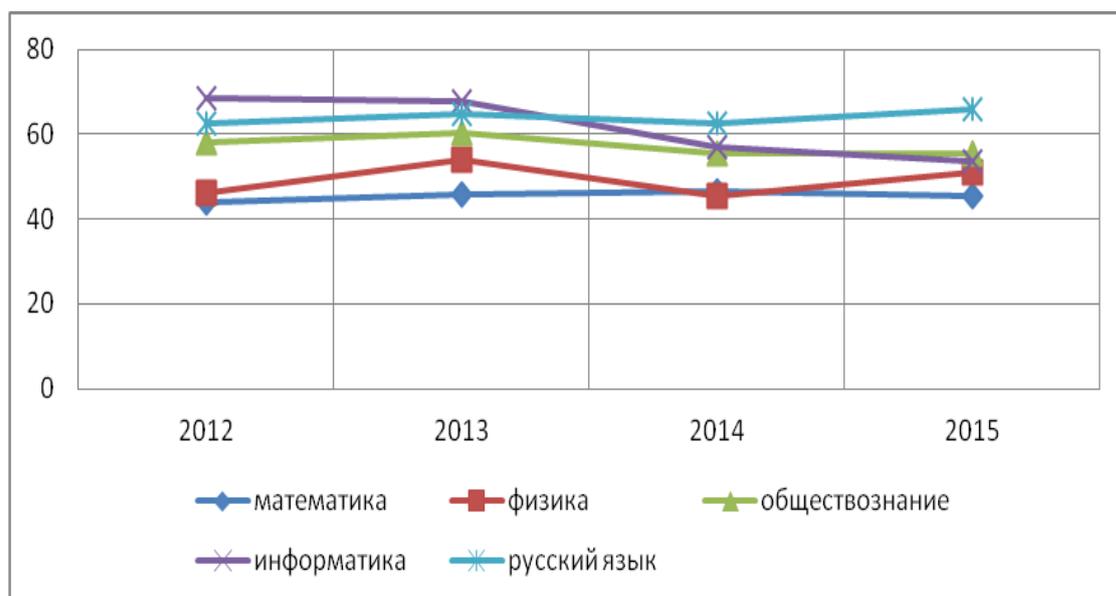


Рис. 3. ЕГЭ в Удмуртской Республике

Из рисунка видно, что уровень сдачи ЕГЭ по русскому вырос с 2012года, а ЕГЭ по информатике, обществознанию снизился, по физике увеличился, а математику на протяжении всего периода не изменился.

Безусловно, выбор профессии – это важный этап в жизни каждого человека, ведь работа не только будет кормить вас, но и позволит получать удовольствие от жизни.

Для того чтобы школьникам было легче на своем жизненном пути, необходимо, чтобы профориентация проходила чаще, чем обычно и на ранних этапах самоопределения. Так же нужно следить, чтобы информация о вузах и его специальностях была не устаревшей и более точной. Необходимо чтобы и школьники как можно раньше задумывались о своей будущей специальности, и какие экзамены сдавать, для того чтобы успеваемость была на высоком уровне.

### Список литературы

1. *Гольцова Е.В.* Анализ моделей оценки компетенций молодых специалистов [Текст] / Е.В. Гольцова, В.С. Клековкин // Научное обозрение. — 2014. — № 10.— С. 311—314.
2. *Сметанина О.Н.* Методологические основы управления образовательным маршрутом с использованием интеллектуальной информационной поддержки: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра техн. наук:29.05.2012/ О.Н. Сметанина; УГАТУ- Уфа, 2012. – 35 с.

Тугбаева Ю.В., студентка, email: ksv16270@mail.ru;  
Якушев Н.М., доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

## Строительство быстровозводимых церквей

**Аннотация:** В статье рассматривается актуальность строительства быстровозводимых церквей «шаговой доступности», малых часовен на территории Российской Федерации. Большое место в работе занимает рассмотрение преимуществ использования типовых решений и модульных конструкций для строительства церквей, немаловажными из которых является скорость и легкость монтажа элементов. Предложено конструктивное решение, описаны основные элементы каркаса, которые необходимы для возведения здания. Подчеркивается целесообразность возведения таких церквей в труднодоступных районах Сибири и Севера. Показан главный минус такой технологии и метод решения в нынешних условиях развития стройиндустрии.

**Ключевые слова:** строительство, быстровозводимые здания, культовые сооружения, железобетонные изделия, духовное развитие, объемные элементы.

В настоящее время в России растет количество православных верующих и соответственно появилась необходимость в строительстве церквей «шаговой доступности», часовен, являющихся на данном этапе одним из звеньев духовного развития общества. Из вышесказанного появилась необходимость выработать теоретические положения и предоставить практические рекомендации по возведению небольших церковных объектов.

Наиболее приемлемым решением данной проблемы является использование типовых решений и модульных конструкций для ускорения строительства. Предлагаем организовать на незагруженных мощностях железобетонных заводов выпуск деталей для строительства быстровозводимых церквей, часовен и других культовых сооружений.

Здание быстровозводимой церкви будет выполнено в сборном железобетонном каркасе. Фасады формируются панелями и накладками отдельных объемных элементов карниза, портала и др. [1]. Наружные стеновые панели церкви изготавливаются трехслойными. Внутренний слой выполняется из тяжелого бетона, в качестве утеплителя используют пенополистирол, основной слой панели-керамзитобетон, с наружной стороны панели наносится отделочный слой раствора. Купол церкви собирается из восьми отдельных керамзитобетонных «лепестков» и образует диаметр свода [2].

Преимущества строительства быстровозводимых церквей [3]:

1. Одно из преимуществ такой церкви состоит в том, что конструктивные решения позволяют в короткие сроки проводить строительномонтажные работы.
2. Монтаж проводится легко и быстро, так как в отдельных случаях могут использоваться болтовые монтажные соединения, благодаря чему сокращаются сроки и трудоемкость всех монтажных работ. Здание

может монтироваться с помощью слесарной сборки, практически исключая сварочные работы.

3. Быстровозводимые церкви могут строиться в любое время года, так как работы ведутся с минимальным объемом мокрых процессов, что позволяет монтировать их в сложных погодных условиях. Помимо этого, обеспечивается надежность в эксплуатации при сейсмических и снеговых нагрузках.
4. При использовании данной технологии возможно ввести корректировки в проект в процессе монтажа, а в отдельных случаях и после. Такие церкви не только быстро возводятся, но и могут быть разобраны без особых финансовых затрат.
5. Развитие железобетонных заводов, благодаря новым заказам.

Одним из минусов возведения таких церквей является однотипность зданий. Однако эту проблему можно решить следующими способами:

1) Использование различных комбинаций панелей.

2) Внешнее оформление будет разнообразным благодаря различной отделке фасадов, использованию разнообразных облицовочных материалов. Одним из вариантов облицовки является декоративная штукатурка, с помощью которой можно создать интересный дизайн и текстуру готовой поверхности. Она обладает доступной стоимостью, легкостью нанесения и долговечностью покрытия.

Примером быстровозводимой церкви является Церковь Гавриила Архангела при Белгородском государственном университете (рисунок).



Рисунок. Церковь Гавриила Архангела при Белгородском государственном университете [4]

Наиболее целесообразно возведение таких церквей в сельской глубинке и даже в труднодоступных районах Сибири и Севера, куда поставка строительного материала затруднительна, а строительный сезон короткий. Вследствие этого строительство церкви должно осуществляться за небольшой срок, из готовых элементов, привезенных из промышленных центров с полным набором элементов конструкций, которые необходимы для функционирования храма.

Обладая способностью выдерживать сложные условия эксплуатации данная технология будет востребованной.

### Список литературы

1. ГОСТ 25820-2000. «Бетоны легкие. Технические условия». Дата введения 01.09.2001 г. URL: [http://www.yondi.ru/inner\\_c\\_article\\_id\\_1141.phtm](http://www.yondi.ru/inner_c_article_id_1141.phtm). (дата обращения: 05.04.2016).
2. ГОСТ 13015-2012 «Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения». Дата введения 01.01.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101281>. (дата обращения: 05.04.2016).
3. ООО «Урал-Ресурс». Быстрее, выше, сильнее [Электронный ресурс] // Строительная Россия, российский строительный проект / г. Екатеринбург. 05.12.2012. URL: <http://строй-россия.рф/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/490/> (дата обращения: 05.04.2016).
4. Турбина.ru. Крупнейшее русскоязычное туристическое сообщество// Университетская церковь с порталом в виде книги [Электронный ресурс]. URL: <http://dev.turbina.ru/guide/Belgorod-Rossiya-87746/Otzyvy/Tchto-delat-dostoprimechatelnosti/Arkhitektura-Pamyatniki/3/0/Khram-Arkhangela-Gavriila-40648/Otzyv/Universitetskaya-tserkov-s-portalom-v-vide-knigi-65322/> (дата обращения: 05.04.2016)

*Хисамутдинов М.Ф.*, аспирант, e-mail: marsel180909@mail.ru;

*Сапожников Н.С.*, магистрант;

*Попов Д.Н.*, к.т.н, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **К расчету тепловосприятия пробной сферической частицы, движущейся в теплообменнике дробепоточного типа**

**Аннотация:** В статье изложен подход к расчету изменения температуры твердой сферической частицы при ее движении в потоке газа. Рассмотрены различные траектории дисперсного элемента. Представлены результаты расчетов.

**Ключевые слова:** регенеративный теплообменник с промежуточным теплоносителем, твердая сферическая частица, межфазный теплообмен.

Регенеративные теплообменники с промежуточным теплоносителем в виде твердых сферических частиц, разработанные еще в прошлом столетии, до сих пор являются незаменимым средством при работе с газами, содержащими агрессивные примеси. Движущийся сыпучий материал обеспечивает защиту элементов установки от коррозии, а сам, при химическом воздействии, может быть легко заменен. В то же время, отмечается [1] существенное аэродинамическое сопротивление установок в случае стесненности (высокой концентрации) падающих частиц.

При снижении концентрации дисперсной фазы и, соответственно, сопротивления для прохода газов, возникает противоречие. При свободном движении частиц под действием силы тяжести наблюдается повышение их скорости, что приводит, с одной стороны, к снижению времени пребывания дроби в камере межфазного взаимодействия, а, с другой, к увеличению коэффициента теплоотдачи. Отмеченные факторы различным образом сказываются на интенсивность теплообмена между фазами. Кроме того, авторами рассматривается возможность использования в качестве дисперсных элементов капсул, заполненных теплоаккумулирующим материалом, работающим на основе фазового превращения «плавление-отвердевание» [2-4] и, таким образом, привлечения к взаимодействию двух двухфазных систем: «газ – твердые частицы» и «твердый материал - жидкость».

В настоящей статье рассматривается нестационарный теплообмен между дымовыми газами с  $T_f = 373,15 \text{ K}$ , полученными при сжигании метана, и одиночной сферической частицей (рис. 1) с  $T_f = 263,15 \text{ K}$ , изготовленной из стали.

На первом этапе, перед временным циклом задаются для воздуха или рассчитываются путем осреднения для дымовых газов теплофизические характеристики: теплоемкость  $c_f$ , плотность  $\rho_f$  теплопроводность  $\lambda_f$ , коэффициенты вязкости  $\mu_f$  или  $\nu_f = \frac{\mu_f}{\rho_f}$ .

Следующий этап посвящен расчету нестационарной одномерной теплопроводности материала сферической частицы по уравнению:

$$\frac{\partial T_f}{\partial \tau} = a_p \left( \frac{\partial^2 T_p}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial T_p}{\partial r} \right) \quad (2)$$

где  $T_p$  – температура частицы;  $\tau$  – время;  $r$  – координата по радиусу сферы;

$a_p = \frac{\lambda_p}{c_p \rho_p}$ ,  $\lambda_p$ ,  $c_p$ ,  $\rho_p$  – коэффициенты теплопроводности и теплопроводности, теплоемкость, плотность материала дисперсного элемента.

Уравнение (1), записанное по неявной конечно-разностной схеме, решалось методом прогонки при следующих условиях:

– начальные условия:  $T_p \Big|_{\tau=0} = T_{p0}$ ,

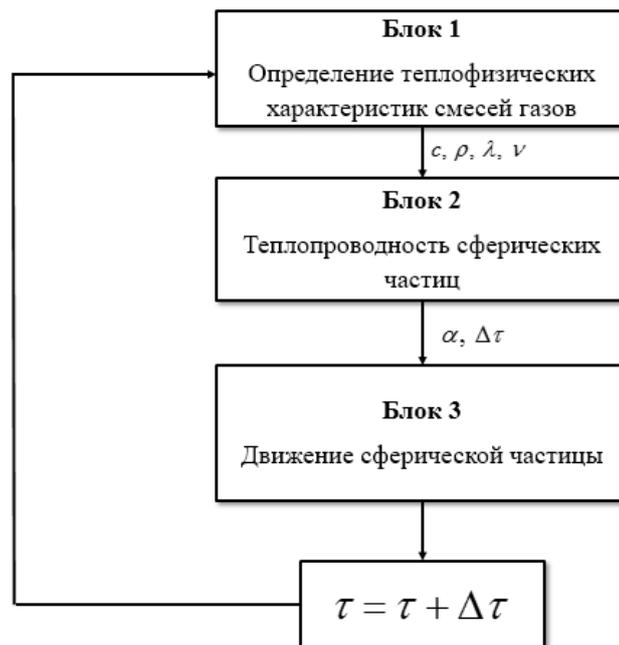


Рис. 1. Укрупненная блок-схема решения задачи

– граничные условия:  $\frac{\partial T_p}{\partial r} \Big|_{r=0} = 0$  и  $\frac{\partial T_p}{\partial r} \Big|_{r=r_0} = \alpha(T_f - T_p)$ ,

где  $r_0$  – радиус частицы;  $\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_f}{2r_0}$  – коэффициент теплоотдачи;

$Nu = 2 + 0,03 Re^{0,54} + Pr^{0,33} + 0,35 Re^{0,58} Pr^{0,356}$  – число Нуссельта [5];

$Re = \frac{2r_0 |V_f - V_p| \rho_f}{\mu_f}$  – число Рейнольдса;  $Pr = \frac{v_f}{a_f} = \frac{c_f \cdot \mu_f}{\lambda_f}$  – число Прандтля.

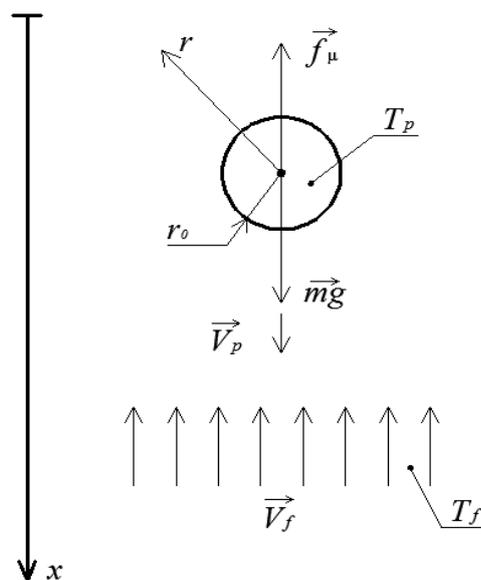


Рис.2. Схема прямолинейного движения сферической частицы

На заключительном этапе моделируется относительное движение одиночного сферического объекта в газовой среде. При этом рассматривается два характерных варианта движения.

1. Свободное падение частицы (рис. 2) подчиняется уравнениям

$$\begin{cases} m_p \frac{dV_p}{d\tau} = m_p g - f_{\mu} \\ \frac{dx}{d\tau} = V_p \end{cases} \quad (2)$$

где  $m_p = \frac{4}{3} \pi \cdot r_0^3 \cdot \rho_p$  – масса частицы;  $V_p$  – скорость движения частицы;  $V$  – ускорение силы тяжести;  $f_{\mu} = \frac{1}{2} \pi \cdot r_0^2 \cdot C_{\mu} \cdot \rho_f (V_p - V_f) |V_f - V_p|$  – сила сопротивления обтеканию;  $C_{\mu} = \frac{24}{Re} + \frac{4}{Re^{0,333}}$  – коэффициент лобового сопротивления.

Система уравнений (2) решалась методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности с привлечением временного шага, используемого на этапе 2. Результаты расчетов представлены на рис. 3 и 4. Характерные при высоких значениях теплопроводности распределения температуры по радиусу сферы (рис. 3) в существенной степени зависят от размеров частиц и времени пребывания или протяженности траектории в потоке газа. Последнее обстоятельство подробным образом отражено на рис. 4 (сплошные линии), откуда при различных условиях можно установить среднее значение температуры дисперсного элемента

$T_{p\text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^N T_{pi}}{N}$ , на основании которого можно судить о необходимых габаритных размерах камер и эффективности процесса теплообмена.

2. Движение частицы по криволинейной траектории, инициируемое вращающимся от электродвигателя диском с угловой скоростью  $\omega$  (рис. 5). Уравнения движения при этом примут вид

$$\begin{cases} \frac{du_p}{d\tau} = g - \frac{f_{\mu}^z}{m_p}; \\ \frac{dv_p}{d\tau} = - \frac{f_{\mu}^T}{m_p}; \\ \frac{dw}{d\tau} = - \frac{f_{\mu}^{\theta}}{m_p}; \\ \frac{dz}{d\tau} = u_p; \\ \frac{dr}{d\tau} = v_p; \\ \frac{d\theta}{d\tau} = \frac{w_p}{r} \end{cases} \quad (3)$$

где  $u_p, v_p, w_p$  - проекции вектора скорости частицы  $\vec{V}_p$  на оси  $z, r$  и  $\theta$  соответственно. Модуль данного вектора  $V_p = \sqrt{u_p^2 + v_p^2 + w_p^2}$ , а начальные условия (при  $\tau = 0$ ):  $z = 0; r = R; \theta = 0; u_p = 0; v_p = \omega^2 R; w_p = \omega^2 R$ .

Результаты совместно решаемых уравнений (1) и (3) представлены на рис. 4 и 6.

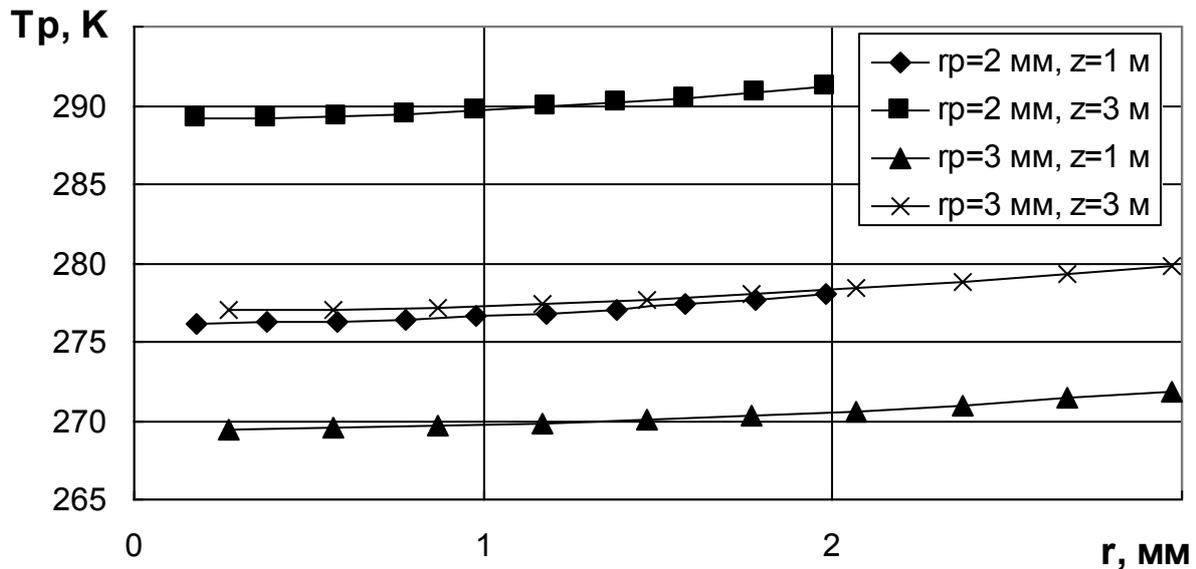


Рис. 3. Распределение температуры в теле сферы на отметках 1 и 3 м

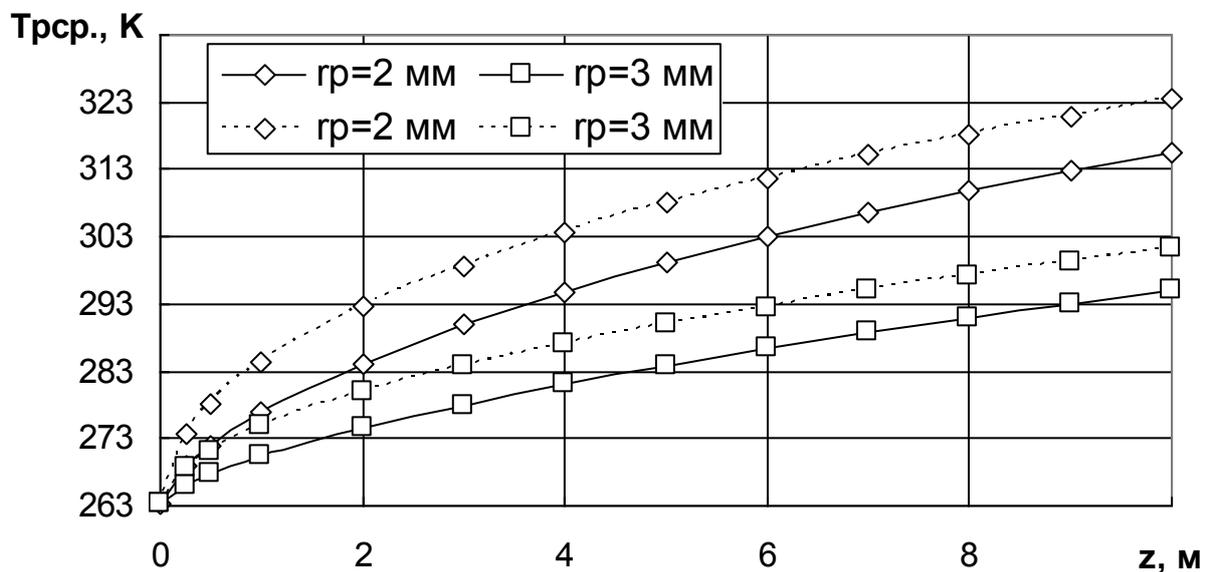


Рис. 4. Изменение средней температуры сферы по вертикальной оси (сплошные линии – прямолинейное движение частицы, штриховые – криволинейное при  $\omega = 16 \text{ c}^{-1}$ )

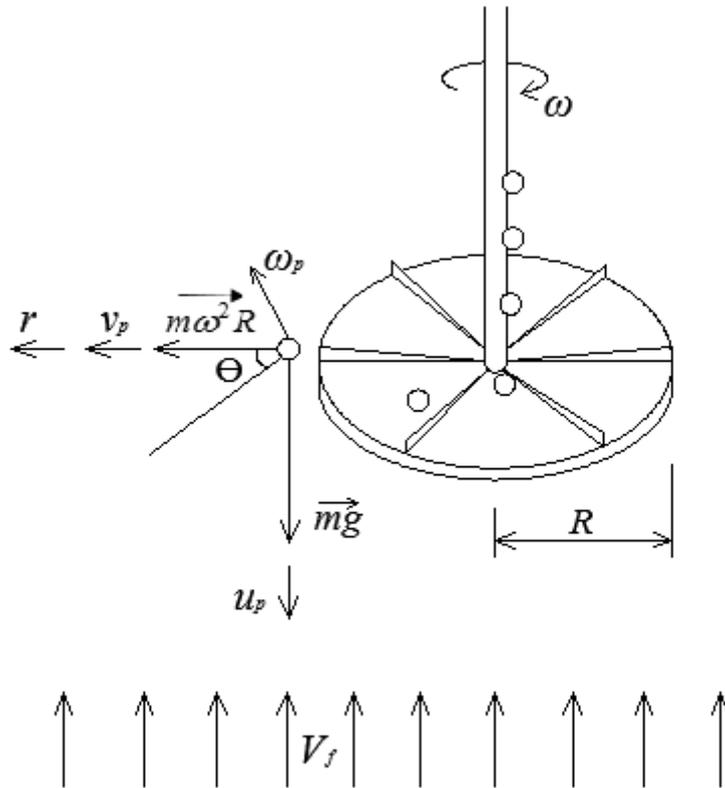


Рис. 5. Схема движения частицы по криволинейной траектории

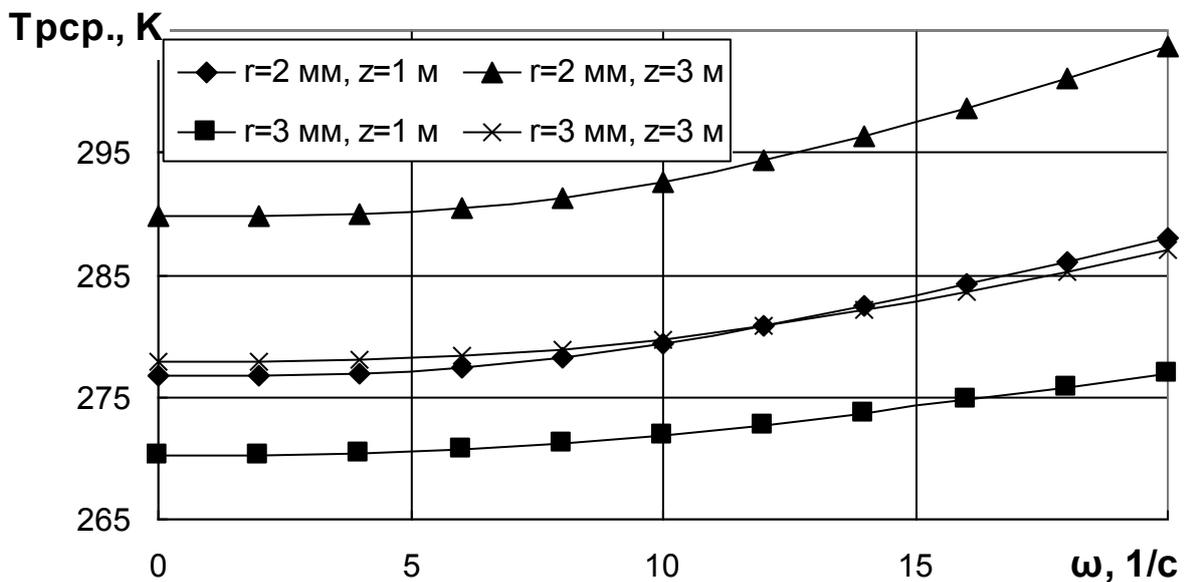


Рис. 6. Влияние угловой скорости вращения диска на среднюю температуру частицы при прохождении последних расстояний по вертикали 1 и 3 м

Как следует из рис. 4, присутствие дополнительных составляющих скорости частицы интенсифицирует межфазный теплообмен. Изменение температуры материала сферы (рис. 6) становится особенно заметным при угловой скорости вращения диска более  $10 \text{ с}^{-1}$ . Снижения скорости вращения и уменьшения габаритов камер межфазного взаимодействия можно достичь использованием

материала для частиц с меньшей плотностью и способностью менять фазовое состояние

### Список литературы

1. *Щукин А. А.* Промышленные печи и газовое хозяйство заводов. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. – М.: Энергия, 1973. – 224 с.
2. *Диденко В. Н., Касимов Р. З., Попов Д. Н.* Моделирование фазовых переходов в капсулированных теплоаккумулирующих материалах // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. - №1(21). – С.13-17.
3. *Диденко В. Н., Касимов Р. З., Попов Д. Н.* Методика расчета процессов плавления и отвердевания теплоаккумулирующего материала в мелкодисперсных капсулах // ИФЖ. – 2015. – Т.88. - №1. – С. 20-24.
4. *Попов Д. Н., Диденко В. Н., Касимов Р. З.* Методика численного моделирования фазовых переходов теплоаккумулирующих материалов, заключенных в двумерный объем // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. - №1. – С.26-30.
5. *Юренин В.Н., Лебедев П.Д.* Теплотехнический справочник. Том 2. Изд. 2-е, перераб. - М.: Энергия, 1976. – 896 с.

*Шайхалисламова А.Ф.*, магистрант e-mail: [frau.shaikhislamova2011@yandex.ru](mailto:frau.shaikhislamova2011@yandex.ru);

*Михайлов А.Н.*, магистрант;

*Первушин Г.Н.*, д.т.н, профессор

*Яковлев Г.И.*, д.т.н, профессор

*Токарев Ю.В.*, к.т.н, доцент

ФГБОУ ПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Модификация гипсоцементно-пуццоланового вяжущего нанодисперсным порошком диоксида титана

**Аннотация:** Разработан состав самоочищающейся шпатлевки с улучшенными физико-техническими характеристиками на основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ). Введение метакаолина – техногенного продукта производства в качестве пуццолановой добавки, в состав композиционного материала, позволит повысить водостойкость композиции и будет способствовать решению проблемы энергосбережения. А применение диоксида титана, обладающего высокой фотокаталитической активностью, в составе разрабатываемой шпатлевки, обеспечит создание самоочищающегося эффекта на поверхности конструкции за счет разложения загрязняющих веществ. В работе подобран оптимальный состав гипсоцементно-пуццолановой композиции и показана возможность модификации ГЦПВ нанодисперсным порошком диоксида титана. Определена эффективность самоочищаемой способности в модифицированном вяжущем.

**Ключевые слова:** гипсоцементно-пуццолановое вяжущее, метакаолин, диоксид титана, фотокатализ, самоочищение.

Одним из эффективных и экономически целесообразных методов повышения прочности и водостойкости гипсовых вяжущих является введение в их состав портландцемента и пуццолановой добавки [1,2]. В то же время, с точки зрения потребителя, важно использовать материалы, которые будут долго сохранять свои эстетические свойства, при этом отвечая современным санитарно-гигиеническим требованиям.

Для решения данной задачи возможно применение самоочищающихся композиционных гипсовых материалов. Способность к самоочищению достигается путем добавление в ГЦПВ наноразмерных частиц диоксида титана ( $TiO_2$ ). В состав разрабатываемой композиции вводится диоксида титана в кристаллической модификации анатаз, который характеризуется химической стабильностью, не токсичен и легкодоступен, используется в качестве белого пигмента при производстве красок и бумаги [3,4]. Основой фотокаталитических свойств диоксида титана служат полупроводниковые частицы, в их объеме под действием электромагнитного излучения генерируются электрон – дырочные пары, которые при выходе на поверхность частицы вступают в окислительно-восстановительные реакции с адсорбированными молекулами [5]. В результате чего происходит очищение поверхностей от органических и не органических соединений, бактерий, а также устранение химические загрязнения в воздухе.

Диоксид титана придает композиции такое свойство, как гидрофильность, оно проявляется в процессе облучении ультрафиолетовыми лучами. При смачивании, вода с минеральными примесями не задерживается на поверхности шпатлевки, а удаляется (скатывается) по поверхности, что также приводит к наблюдаемому эффекту самоочищения. То есть грязь не будет задерживаться на поверхности, а стекает вместе с водой.

Состав композиционного материала обладает рядом положительных свойств, таких как долговечность, самоочищаемость, гидрофильность, бактерицидность, что обуславливает актуальность разработки и ее дальнейшее применение в строительстве.

Цель работы состоит в разработке самоочищающегося отделочного материала на основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего с добавлением диоксида титана в качестве фотокатализатора.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

- 1) Подобрать оптимальный состав на основе гипсоцементно-пуццоланового вяжущего;
- 2) Выявить возможность модификации гипсоцементно-пуццоланового вяжущего нанодисперсным порошком диоксида титана, с целью придания композиционному материалу фотокаталитической активности;
- 3) Определение эффективности самоочищаемой способности в модифицированном вяжущем.

ГЦП вяжущее получали путем смешивания строительного гипса марки Г-5, белого портландцемента марки М400 и метакаолина МКЖЛ-1 компании

ООО «Пласт-Рифей». В качестве щелочного активатора в композиции выступает портландцемент, а в качестве пуццолановой добавки метакаолин. В качестве контрольного образца взят состав из чистого гипса.

Таблица.1. Процентное соотношение компонентов исследуемых составов

№ состава	Гипс (%)	Портландцемент (%)	Метакаолин (%)
1	75	20	5
2	65	25	10
3	75	15	10
4	65	30	5

Для определения оптимального состава гипсоцементно-пуццолановой композиции, изготавливались стандартные образцы-балочки размерами 160x40x40 мм. Водовяжущее отношение подбиралось по нормальной густоте ГЦПВ (150-210 мм) согласно ГОСТ 31376-2008. Контрольные образцы испытывались на 28 суток в нормальных условиях. Анализ результатов испытаний прочностей (рис.1.), выявил, что наилучшие прочностные характеристики у состава где соотношение компонентов 65:30:5 (Г:ПЦ:М). При таком составе предел прочности на сжатие составил  $R_{сж}=16,93$  МПа. Данный состав был взят в качестве основы для самоочищающейся смеси.

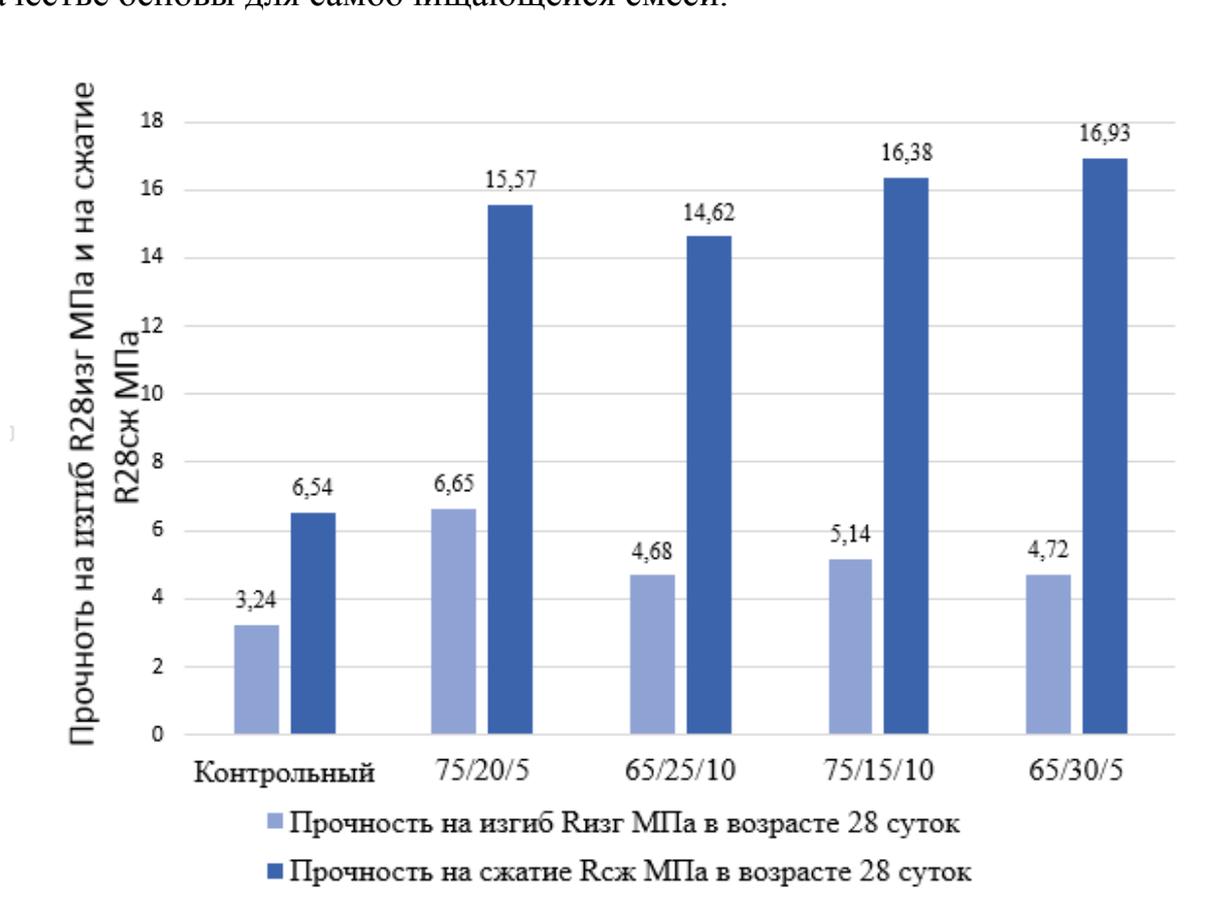
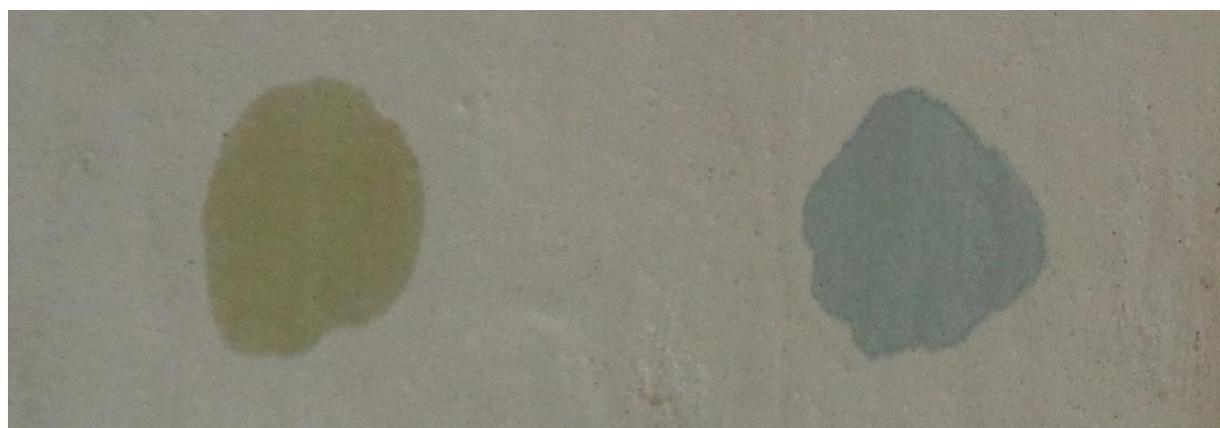


Рис. 1. Диаграмма зависимости прочности от процентного соотношения компонентов гипс : портландцемент : метакаолин

Модификацию композиции проводили путем смешивания ГЦПВ и суспензии. Суспензию получали при смешивании дистиллированной воды, нанодисперсного порошка диоксида титана в количестве 10 % от массы вяжущего и пластификатора MELFLUX 1641 F. Пластификатор служит в качестве высокоэффективного диспергатора. Состав наносился на поверхность подложки изготовленной из легкого бетона. После высыхания состава, на поверхность были нанесены растворы кобальтовой соли  $\text{CoCl}_2$  и хромовой соли  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . Затем образцы облучали ультрафиолетовыми лучами. Через каждые 30 минут проводилась фотофиксация образцов.



а)



б)

*Рис.2.* Фотография исследуемого образца  
а) до облучения; б) после 8 часов УФ облучения

Анализ результатов УФ облучения (рис. 2 и 3) выявил, что в процессе 8-ми часового ультрафиолетового облучения происходит разрушение частиц неорганического красителя в результате чего, происходит очищение поверхности, что в свою очередь доказывает фотокаталитическую активность модифицированного вяжущего.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что разработанный состав гипсоцементно-пуццоланового вяжущего от-

личается повышенными механическими характеристиками в сравнении с контрольным. Введение нанодисперсного порошка диоксида титана придает композиционному материалу самоочищающийся эффект, подтвержденный в результате облучения поверхности шпатлевочного слоя ультрафиолетовым излучением.

### Список литературы

1. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская А.В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. - М.: Стройиздат. 1971. – С. 318.
2. Коровяков В.Ф., Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве//Рос.хим.ж. (Ж. Рос.хим. об-ва. Им. Д.И. Менделеева), 2003, т. XLVII, №4. – С. 22-23.
3. Благутина В., Очистка светом// Химия и жизнь. 2003. №9. С. 12.
4. 1.Hangfeldt A., Gratzel M. Light-induced redox reactions in nanocrystalline systems // Chem. Rev.– 1995. – Vol. 95. – P. 49-68.
5. Вила Гомез Х., Обзор по  $TiO_2$  – фотокатализ и некоторые виды его применения в строительной промышленности // Alitinform, 2013, №4-5(31). – С. 72-87.

*Шшикина С.Л.*, магистрант, e-mail: [deathstorm@mail.ru](mailto:deathstorm@mail.ru)

*Манохин П.Е.*, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Алгоритм принятия ресурсосберегающих и энергоэффективных организационно-технологических решений при реконструкции общественных зданий**

**Аннотация:** На сегодняшний день большое количество общественных и социально важных зданий нуждается в реконструкции. Целью реконструкции в первую очередь является, как правило, восстановление несущей способности ограждающих конструкций и внешнего облика реконструируемого объекта, но существует еще одна важнейшая составляющая реконструкции – энергоэффективность. Был разработан алгоритм, позволяющий осуществить выбор мероприятий, для повышения энергоэффективности зданий и снижения уровня потребления энергоресурсов при проведении реконструкции.

Наряду с энергоэффективностью, часто встает вопрос о применении экологически безопасных материалов, поэтому необходим системный подход для решения вопросов реконструкции общественных зданий.

**Ключевые слова:** реконструкция, ресурсосбережение, энергоэффективность, общественные здания, энергосбережение.

Реконструкция и модернизация общественных зданий представляет собой ряд мероприятий, удовлетворяющих требованиям энергосбережения, экологи-

ческой безопасности, технологичности, экономичности, малой трудоемкости и адаптивности к стесненным городским условиям реконструкции.

Согласно ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» принципами правового регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности являются:

- 1) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 3) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 4) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 5) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий [1].

Мероприятия по энергосбережению включают в себя пять основных аспектов:

- градостроительные энергосберегающие решения;
- энергосберегающие архитектурно-планировочные решения;
- энергосберегающие конструктивные системы;
- энергосберегающие инженерные системы;
- энергосберегающие эксплуатационные решения.

Удельная доля энергосбережения за счет совершенствования градостроительных решений составит 8–10 %, архитектурно-планировочных решений – до 15 %, конструктивных систем – до 25 %, инженерных систем, включая системы вентиляции – до 30%, за счет совершенствования технологии эксплуатации, включая установку приборов учета, контроля и регулирования тепло-, водо- и электропотребления – до 20% [2, с. 8].

Градостроительные решения предусматривают застройку территорий таким образом, чтобы повысить ветрозащиту реконструируемых объектов, посредством организации внутриквартальных территорий и ликвидации ветрообразующих пространств. Могут быть разработаны планы подземной урбанизации для размещения парковок, либо вспомогательных и складских помещений.

Архитектурно-планировочные решения, такие как соотношение площади оконных проемов к площади наружных стен, соотношение площади ограждающих конструкций к общей площади здания, а также размещение здания в плане и относительно сторон света, существенно влияют на удельные теплопотери общественных зданий.

На сегодняшний день выбор конструктивных схем весьма разнообразен. При реконструкции общественных зданий практически всегда возникает необходимость утепления существующих наружных ограждающих конструкций. Наиболее распространенные способы утепления – установка вентилируемых конструкций утепления наружных стен (вентилируемых фасадов) и применение

невентилируемых конструкций с использованием минераловатных и полистирольных плит с креплением их непосредственно на каркас или стены.

Для снижения теплопотерь через окна, при реконструкции общественных зданий, не всегда целесообразно будет заменять окна на более энергоэффективные. Снижение теплопотерь может быть обеспечено посредством утепления откосов с установкой наличников и путем установки светопрозрачного экрана в межстекольном пространстве оконного блока с отдельными или спаренными переплетами.

К мероприятиям по энергосбережению инженерных систем можно отнести: замена на новые и модернизация существующих инженерных систем (источников энергии, оборудования), с повышенным КПД; установка оборудования для регулирования потребления энергоресурсов, а также установка контрольно-измерительных приборов для оценки энергозатрат при эксплуатации объекта.

Алгоритм, который позволит осуществить выбор мероприятия для повышения энергоэффективности здания, включает три основных этапа:

1. Сбор информации, выявление особенностей и проблемных мест реконструируемого объекта и, как результат, оценка общего состояния здания или его элементов.

2. Оценка существующих энергетических затрат и затрат теплоэнергии, оценка водопотребления, анализ режимов энергопотребления, анализ освещенности зон постоянного пребывания людей.

3. Оценка соответствия расчетных и фактических параметров энергопотребления, эффективности использования энергоресурсов. Выбор и обоснование мероприятий по энергосбережению.

Применительно к реконструкции общественных зданий, алгоритм необходимо дополнить основными целями и задачами, которые должны быть решены в процессе реконструкции (таблица).

Обоснование выбранного мероприятия необходимо осуществить не только с точки зрения энергоэффективности, но и с точки зрения таких аспектов, как технологичность, экономичность и экологичность.

Показатели технологичности должны дать представление о возможности беспрепятственного проведения реконструкции общественного здания с применением выбранного решения.

При оценке экономической эффективности энергосберегающих мероприятий или внедрения энергосберегающих технологий необходимо учитывать их срок службы или срок эффективной эксплуатации. Многие типы современных стеновых конструкций с более высоким показателем тепловой защиты оказываются неремонтопригодными, а применяемые в их составе материалы – недолговечными. В этой связи не только уровень тепловой защиты ограждающих конструкций, но и показатели их капитальности (долговечности) следует относить к критериям энергоэффективности [3].

**Таблица 1. Алгоритм принятия ресурсосберегающих и энергоэффективных решений при реконструкции общественных зданий**

Номер этапа	Основные цели	Основные задачи	Результат
1. Сбор информации	Получить общую информацию об объекте, оценить его состояние	1) Визуальный осмотр существующего здания; анализ внешнего вида; анализ состояния ограждающих конструкций, архитектурных особенностей	Сделать вывод о состоянии реконструируемого объекта в целом, уточнить особенности данного объекта
		2) Анализ документации (функциональная принадлежность здания, анализ проекта на здание, анализ договоров на энергосбережение, анализ договоров эксплуатирующих организаций)	
		3) Анализ инженерного оборудования (оценка свойств энергопотребляющего оборудования, особенности тепло- и водоснабжения объекта, особенности электроснабжения, анализ режимов энергопотребления и потребительского поведения)	
2. Оценка существующих энергозатрат	Определить существующие затраты воды, электро- и теплоэнергии	1) Анализ энергоиспользования на основании показаний счетчиков (тепловой и электрической энергии, воды) и на основании счетов за оплату	Сделать выводы о состоянии объекта по результатам расчетов и измерений, выявить несоответствия нормативным значениям
		2) Оценка соответствия потребления воды, тепла и электроэнергии нормативным значениям	
		3) Тепловизионное обследование здания, анализ освещенности зон постоянного пребывания людей и рабочих мест, анализ тепловлажностного режима	
3. Выбор мероприятий по энергосбережению	Обоснованно представить результат выбранного мероприятия по энергосбережению	1) Обработка полученных ранее данных	Выбор мероприятий по энергосбережению и обоснование выбранного результата
		2) Анализ эффективности энергопотребляющих установок и систем (оценка работы системы отопления и вентиляции)	
		3) Анализ соответствия расчетных и фактических параметров энергопотребления (анализ рационального расходования электроэнергии, горячего и холодного водоснабжения)	
		4) Выбор энергосберегающих мер, принятие решений для улучшения эффективности энергопотребляющих систем	
		5) Обоснование выбранного мероприятия (технологическое, экономическое, экологическое) и формулирование основных выводов	

К зданиям общественного и социального назначения применяются определенные экологические требования, без соответствия которым, невозможно применение тех или иных мер по ресурсосбережению.

Перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности приведен в Приказе Минэкономразвития РФ от 17.02.2010 № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» [4]. Данный перечень представляет собой максимально полный список типовых классифицированных мероприятий: описано содержание мероприятия, ограничения и оговорки для его реализации, указаны связанные мероприятия, уровень затратности, ожидаемый процент экономии.

Разработанный алгоритм позволяет четко представить основные цели и задачи, которые необходимо решить, при проведении реконструкции общественных зданий в целях ресурсосбережения. Алгоритм также позволит осуществить поиск резерва для создания энергоэффективной системы.

### Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Чекалин В.С. Практические вопросы реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Конспект лекций / Санкт-Петербург, 2014. – 265 с.
3. Горшков А.С. Энергоэффективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий // Инженерно-строительный журнал. №1. 2010. – С. 9–13.
4. Приказ Минэкономразвития РФ от 17.02.2010 № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

Шушков<sup>1</sup> А.А., к.т.н.;  
Александрова<sup>2</sup> Н.Л., магистрант, e-mail: kilina.nina@mail.ru

<sup>1</sup>Институт прикладной механики УрО РАН,  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### Определение физико-механических характеристик Ст.3, облученной ионами аргона при различных плотностях ионного тока

**Аннотация:** Проведено исследование изменения физико-механических свойств углеродистой стали Ст.3. после импульсного облучения ионами аргона при разных значениях плотности ионного тока от 10 до 40 мкА/см<sup>2</sup>, при силе нагружения 50 мН.

Облучение приводит к возрастанию твердости, что может быть связано с увеличением упругого параметра восстановления и уменьшением работы, затраченной на пластическую деформацию. Выявлено, что с увеличением плотности ионного тока аргона происходит снижение твердости. Таким образом, дальнейшее увеличение плотности ионного тока не приводит к положительным результатам.

**Ключевые слова:** твердость, приведенный модуль упругости, наноиндентирование, ионное облучение, упругая, пластическая деформация.

## **Введение**

В настоящее время нанотехнологии являются одним из самых актуальных и приоритетных направлений во всем мире, в том числе и в России.

Перспективы развития нанотехнологий очень широки, причем данная отрасль обещает такие результаты, которые на сегодняшний день выглядят фантастически, но они достижимы. Поэтому для реализации перспективных результатов государство выделяет значительное финансирование, но важно развитие тех работ, которые уже сегодня дают эффект.

Так, например, на сегодняшний день актуальным является улучшение физико-механических свойств низколегированных углеродистых сталей, что позволит существенно снизить затраты на производстве, а также обеспечит экономию дорогостоящих высоколегированных сталей и позволит снизить цену на изделие. Одним из перспективных методов, позволяющих повысить общий уровень твердости низколегированных сталей, является ионно-лучевое легирование [3-4]. Данный метод позволяет в несколько раз сократить время и температуру воздействия на материал, производить селективную обработку отдельных участков детали, способствует повышению сопротивления движения дислокаций при деформациях, что является одним из механизмов повышения твердости, а также имеется возможность автоматизировать процесс обработки. Единственно, невыясненным вопросом остается влияние различных плотностей ионного тока на изменение механических свойств низколегированных углеродистых сталей.

Таким образом, целью работы является исследование влияния импульсного облучения ионами аргона с различными плотностями ионного тока на изменение механических свойств углеродистой стали Ст.3.

Одним из основных способов исследования механических характеристик поверхностных слоев сталей является метод наноиндентирования. Существует много информации о модуле упругости, твердости, полученной этим методом [12].

## **Методика эксперимента**

Облучение ионами аргона проводили на импульсной ионно-лучевой установке Пион-1 с энергией 20 кэВ и дозой облучения  $10^{18}$  ион/см<sup>2</sup>, с изменяющимися средними плотностями ионного тока 10, 20 и 40 мкА/см<sup>2</sup> – скоростью набора дозы, которым соответствовала интегральная средняя температура образцов ~140, ~240 и ~380 °С соответственно.

Механические характеристики определяли методом индентирования на комплексной измерительной системе NanoTest 600 по методике Оливера – Фарра, с использованием индентора Берковича (трехгранная алмазная пирамида с углом при вершине  $65.3^\circ$  и радиусом закругления около 200 нм). Данная методика основана на экспериментальной зависимости глубины погружения индентора и площади контакта от приложенной силы, и расчете твердости и модуля упругости по указанным данным. В соответствии с методикой Оливера – Фарра пластическая глубина индентирования определяется из выражения (1):

$$h_c = h_{\max} - m(CF_{\max}), \quad (1)$$

где  $C$  – податливость контакта, пропорциональная тангенсу угла наклона кривой разгрузки в точке приложения максимальной силы. Величина  $m$  зависит от геометрии индентора. Для индентора Берковича  $m = 0,75$ .

Твердость  $H$  определяется по отношению максимальной прикладываемой нагрузки  $F_{\max}$  к проекции площади контакта  $A$  индентора с образцом (2):

$$H = \frac{F_{\max}}{A}. \quad (2)$$

Для определения приведенного модуля упругости необходимо определить угол наклона кривой разгрузки в соответствии с соотношением, которое зависит от площади контакта (3):

$$C = \frac{\sqrt{p}}{2E_r \sqrt{A}}. \quad (3)$$

Приведенный модуль упругости  $E_r$  определяется из выражения (4):

$$\frac{1}{E_r} = \frac{1 - n_s^2}{E_s} + \frac{1 - n_I^2}{E_I}, \quad (4)$$

где  $n_s$  – коэффициент Пуассона образца материала,  $n_I$  – коэффициент Пуассона индентора (0,07),  $E_s$  – модуль упругости Юнга образца,  $E_I$  – модуль упругости Юнга индентора (в эксперименте  $E_I = 1141$  ГПа).

Упругий параметр восстановления  $R$  определяется по формуле (5):

$$R = \frac{h_{\max} - h_{pl}}{h_{pl}} \quad (5)$$

Измерение механических характеристик поверхностных слоев образцов проводили с нагрузочной силой 50, мН, при этом скорость нагружения равнялась 2.5 мкм/с. Таким образом, время нагрузки и разгрузки точки индентирова-

ния составляла 20 с, время выдержки при максимальном нагружении – 10 с. Расстояние между точками индентирования задавалось 40 мкм. После каждого внедрения индентора в образец при переходе к следующей точке индентирования индентор отводился от поверхности на расстояние 30 мкм во избежание контакта с поверхностью. С целью повышения достоверности полученного результата, процедуру измерения производили по 20 раз для каждой нагрузочной силы.

### Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены фотографии отпечатков индентора Берковича точек проведения измерений при разных нагрузочных силах, разном увеличении поверхности исследуемых образцов. Испытания с нагрузочными силами 250, 500 мН проведены неправильно, так как расстояние между центрами соседних отпечатков должно быть больше трех диагоналей восстановленного отпечатка.

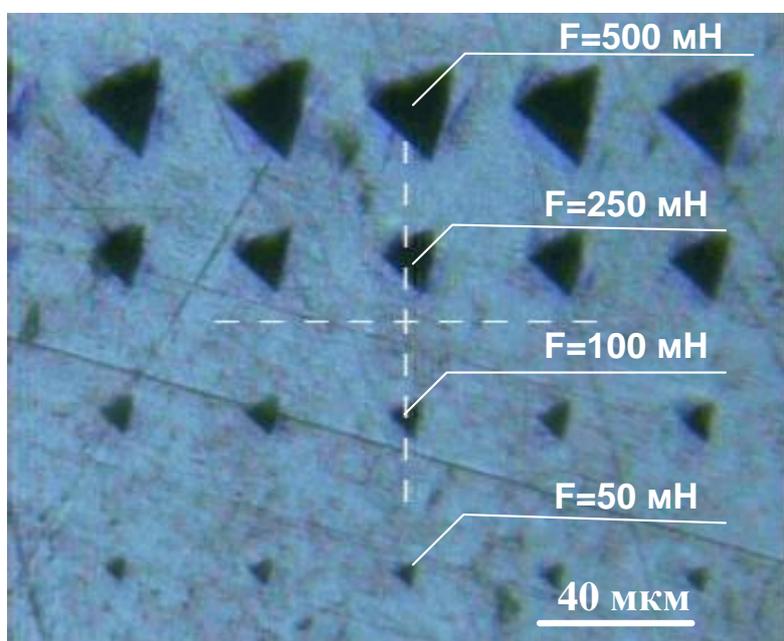


Рис. 1. Фотографии образца Ст.3 с плотностью ионного тока 20 мкА/см<sup>2</sup> при увеличении 20X, после проведения 80 испытаний на индентирование с четырьмя нагрузочными силами

На рис. 2 показано, что облучение ионами аргона в импульсном режиме при нагрузке 50 мН приводит к возрастанию твердости поверхностных слоев образцов по сравнению со значениями твердости для образца в исходном состоянии, достигая наибольших значений при наименьшей из выбранных плотности ионного тока 10 мкА/см<sup>2</sup> так, что твердость возрастает на 45,8 %. С увеличением плотности тока величина твердости от числа точек индентирования уменьшается и стремится к значению, соответствующему исходному образцу. Таким образом, для увеличения твердости поверхностных слоев исследуемой

стали необходимо проводить импульсное облучение ионами аргона с плотностью тока  $10 \text{ мкА/см}^2$ .

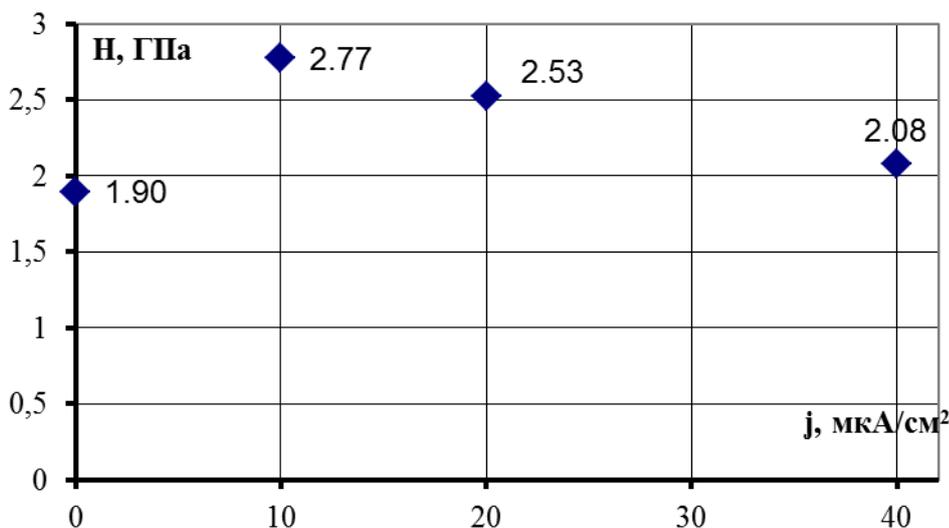


Рис. 2. Зависимость среднего значения твердости  $H$ , ГПа для 20 точек индентирования образцов Ст.3 от плотности ионного тока  $j$ ,  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  для силы нагружения 50 мН

На рис. 3. приведена зависимость упругого параметра восстановления, в соответствии с формулой (5), на котором четко видно, что чем больше доля упругой составляющей, тем больше параметр упругого восстановления, и тем выше твердость (рис. 2). Таким образом, при выбранном значении плотности ионного тока  $10 \text{ мкА/см}^2$  происходит увеличение упругого параметра восстановления на 28,9 %.

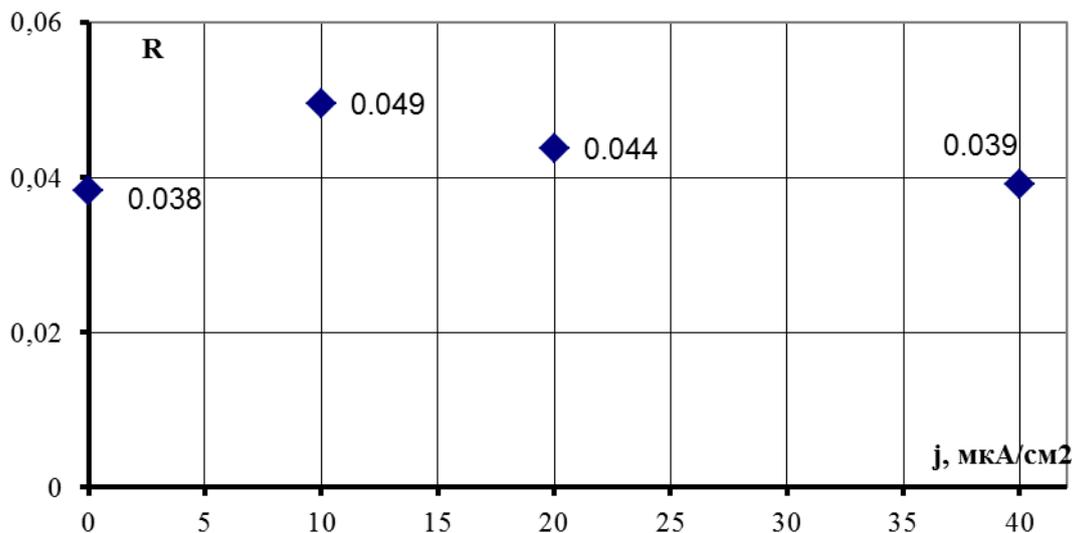


Рис. 3. Зависимость среднего упругого параметра восстановления  $R$  образцов Ст.3 от плотности ионного тока  $j$ ,  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  для силы нагружения 50 мН

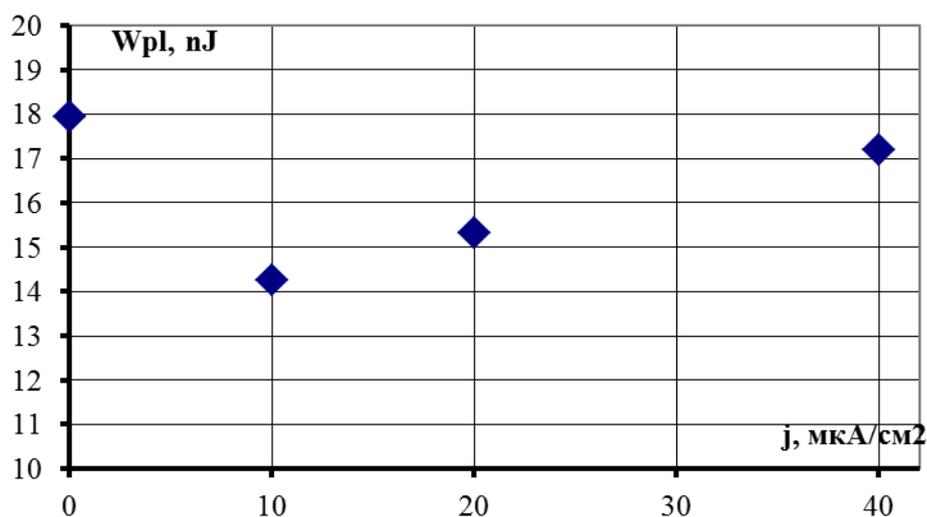


Рис. 4. Зависимость среднего значения работы, затраченной на пластическую деформацию  $W_{pl}$ , (nJ) образцов Ст.3 от плотности ионного тока  $j$ ,  $\text{mA}/\text{cm}^2$  для силы нагружения 50 мН

Еще одним параметром, с которым можно связать изменение твердости и упругого параметра восстановления является работа, затрачиваемая на пластическую деформацию. На рис. 4. видно, что чем больше работа, затрачиваемая на пластическую деформацию тем меньше твердость. Таким образом, чем больше работа пластической деформации, тем выше пластическая глубина контакта, тем больше контактная проекция площади отпечатка, тем меньше твердость (формулы 1-4).

#### Выводы

Изучено изменение твердости, упругого параметра восстановления, работы, затраченной на пластическую деформацию углеродистой стали Ст.3. от облучения ионами аргона с различными плотностями ионного тока от 10 до 40  $\text{mA}/\text{cm}^2$  при нагрузке индентирования 50 мН. Увеличение твердости происходит при наименьшей из выбранных плотности ионного тока 10  $\text{mA}/\text{cm}^2$  на 46 %, в свою очередь увеличение упругого параметра восстановления происходит только на 30 %. С увеличением плотности ионного тока происходит снижение твердости и упругого параметра восстановления и соответственно увеличение работы, затраченной на пластическую деформацию исследуемой стали. Таким образом, выявлено, что дальнейшее увеличение плотности ионного тока нецелесообразно.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИжГТУ им. М.Т. Калашикова № 201445-1239.*

#### Список литературы

1. Вахрушев А.В., Федотов А.Ю., Вахрушев А.А., Шушков А.А., Шушков А.В. Исследование механизмов формирования наночастиц металлов, определение механических и структурных характеристик нанобъектов и композиционных материалов на их основе // Химическая физика и мезоскопия. 2010. Т.12, №4. С.486-495.

2. Воробьев В.Л., Быков П.В., Баянкин В.Я., Шушков А.А., Вахрушев А.В., Орлова Н.А. Изменение механических свойств углеродистой стали Ст.3 в зависимости от средней плотности тока в пучке при импульсном облучении ионами аргона // Физика и химия обработки материалов. 2012. № 6, С. 5-9.
3. Быков П.В., Воробьев В.Л., Орлова Н.А. и др. Влияние дозы и типа имплантированных ионов на изменение механических свойств, морфологии и состава поверхностных слоев углеродистой стали Ст3 // Физика и химия обработки материалов. 2009. №1. С.38–41.
4. Быков П.В., Воробьев В.Л., Баянкин В.Я. Изменение механических свойств стали Ст.3 после облучения ионами азота и аргона // Химическая физика и мезоскопия. 2008. Т.10, №3. С.320–324.
5. Gong J., Miao H., Peng Z. A new function for the description of the nanoindentation unloading data // Scripta Materialia 2003. V.49. №1. P.93-97.
6. Вахрушев А.В., Шушков А.В., Шушков А.А. Экспериментальное исследование модуля упругости Юнга и твердости микрочастиц железа методом индентирования // Химическая физика и мезоскопия. 2009. Т. 11, №2. С.258-262.
7. Ляхович А.М., Шушков А.А., Лялина Н.В. и др. Прочностные свойства наноразмерных полимерных пленок, полученных в низкотемпературной плазме бензола // Химическая физика и мезоскопия. 2010. Т.12, №2. С.243-247
8. Cho Sung-Jin, Lee Kwang-Ryeol, Eun Kwang Yong. Determination of elastic modulus and Poisson's ratio of diamond-like carbon films // Thin Solid Films. 1999. V.341. Is.1-2. P.207-210.
9. Vaz A.R., Salvadori M.C. and Cattani M. Young Modulus Measurement of Nanostructured Palladium Thin Films // Nanotech. 2003. V.3. P.177–180.
10. Головин Ю.И. Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикроразмерах, тонких приповерхностных слоях и пленках // ФТТ. 2008. Т.50, вып.12. С.2113-2142.
11. Vilcarromero J., Marques F.C. Hardness and elastic modulus of carbon-germanium alloys // Thin Solid Films 2001. V.398–399. P.275–278.
12. Oliver W., Pharr G. An Improved Technique for Determining Hardness and Elastic Modulus Using Load and Displacement Sensing Indentation Experiments // J. Mater. Res. 1992. № 7(6). P.1564-1583.

Шушков<sup>1</sup> А.А., к.т.н.;  
Н.Л. Александрова<sup>2</sup>, магистрант, e-mail: kilina.nina@mail.ru

<sup>1</sup>Институт прикладной механики УрО РАН, <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

### **Исследование твердости и приведенного модуля упругости стали Ст.3, облученной ионами аргона**

**Аннотация:** Исследовано изменение твердости и приведенного модуля упругости углеродистой стали Ст.3 после импульсного облучения ионами аргона при разных значениях плотности ионного тока от 10 до 40 мкА/см<sup>2</sup>. Облучение приводит к возрастанию твердости, но не приведенного модуля упругости стали, что может

быть связано структурными изменениями после распространения волновых процессов. Выявлено, что с увеличением плотности ионного тока аргона происходит снижение твердости и приведенного модуля упругости.

**Ключевые слова:** твердость, приведенный модуль упругости, наноиндентирование, ионное облучение, ионно-лучевое легирование

## **Введение**

На сегодняшний день в мировом масштабе присутствует потребность в создании новых более совершенных материалах, обладающих улучшенными физико-механическими характеристиками. Появляется все больше и больше знаний о структурных, упругих характеристик новых материалов [1]. Эти знания имеют большой инновационный потенциал и переходят в новые технологии, формируя новый облик экономики развитых стран [2].

Основные задачи, которые решаются в последнее десятилетие – создание низко затратного производства, получить материалы с новыми характеристиками. К таковым можно отнести увеличение твердости приповерхностных слоев низколегированных углеродистых сталей, что приведет к экономии дорогостоящих высоколегированных сталей. Одним из перспективных методов, активно развивающимся в последнее десятилетие, является ионно-лучевое легирование [3-4].

Поэтому цель данной работы – изучение влияния облучения ионами аргона с разными плотностями ионного тока на изменение механических свойств поверхностных слоев низколегированной углеродистой стали Ст.3 является актуальной.

Практическая полезность исследования состоит в том, что оно связано с расчетом зависимости механических свойств от плотности ионного тока импульсного облучения, что позволит обеспечить производство сталей с заданными, требуемыми механическими характеристиками. Наличие последней позволит решить задачу по улучшению механических характеристик низколегированных сталей, что в свою очередь приведет к выполнению задачи по реализации экономически выгодного производства материалов с улучшенными свойствами и экономии дорогостоящих высоколегированных сталей.

Одним из основных способов исследования механических характеристик поверхностных слоев сталей является метод наноиндентирования. Существует много информации о модуле упругости, твердости, полученной этим методом [12].

## **Методика эксперимента**

Облучение ионами аргона проводили на импульсной ионно-лучевой установке Пион-1 с энергией 20 кэВ и дозой облучения  $10^{18}$  ион/см<sup>2</sup>, с изменяющимися средними плотностями ионного тока 10, 20 и 40 мкА/см<sup>2</sup> – скоростью набора дозы, которым соответствовала интегральная средняя температура образцов ~140, ~240 и ~380 °С соответственно.

Механические характеристики определяли методом индентирования на комплексной измерительной системе NanoTest 600 по методике Оливера – Фарра, с использованием индентора Берковича (трехгранная алмазная пирамида с углом при вершине  $65.3^\circ$  и радиусом закругления около 200 нм).

Методика эксперимента подробно изложена авторами в работе [2], поэтому переходим сразу к результатам работы.

### Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены фотографии отпечатков индентора Берковича точек проведения измерений при разных нагрузочных силах, разным увеличении поверхности исследуемых образцов.

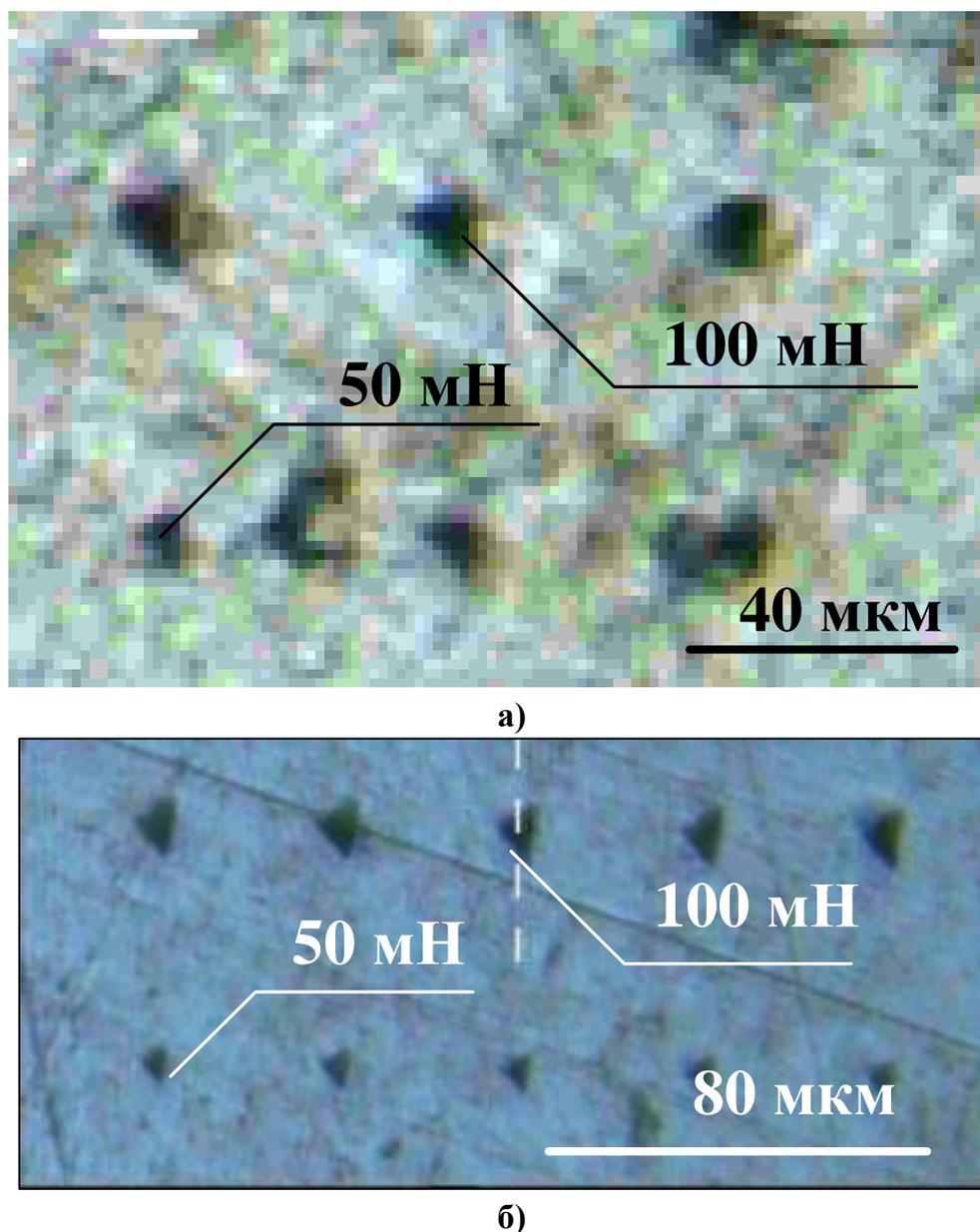


Рис. 1. Фотографии образца Ст.3 с плотностью ионного тока 10 и 20 мкА/см<sup>2</sup> при различном увеличении (4X – а, 10X – б), после проведения 40 испытаний на индентирование с двумя нагрузочными силами

На рис. 2 и 3 показано, что облучение ионами аргона в импульсном режиме при нагрузке 100 мН приводит к возрастанию твердости поверхностных слоев образцов по сравнению со значениями твердости для образца в исходном состоянии, достигая наибольших значений при наименьшей из выбранных плотности ионного тока 10 мкА/см<sup>2</sup> так, что твердость возрастает на 38%. С увеличением плотности тока величина твердости от числа точек индентирования уменьшается и стремится к значению, соответствующему исходному образцу (рис. 3). Таким образом, для увеличения твердости поверхностных слоев исследуемой стали необходимо проводить импульсное облучение ионами аргона с плотностью тока 10 мкА/см<sup>2</sup>.

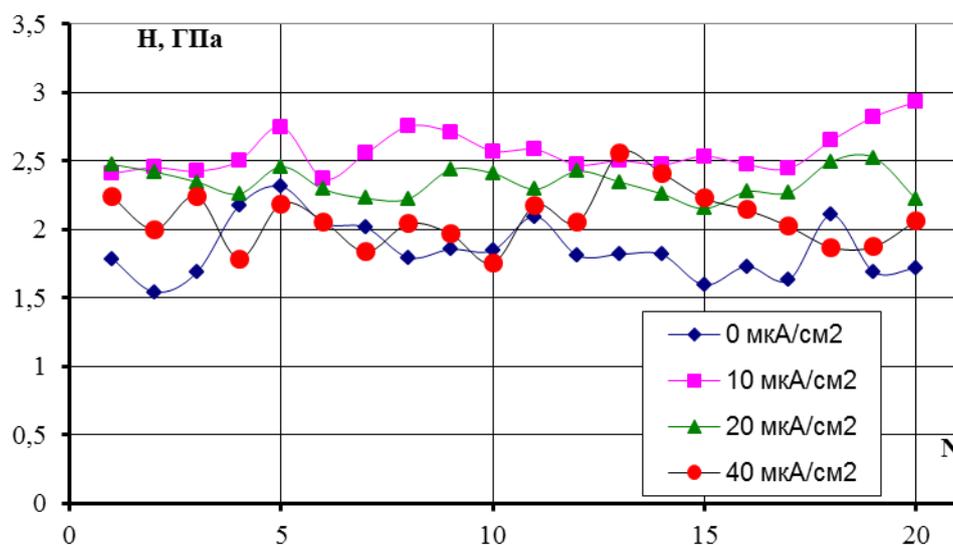


Рис. 2. Твердость Н, ГПа в различных точках индентирования N образцов Ст.3 с разной плотностью тока для силы нагружения 100 мН

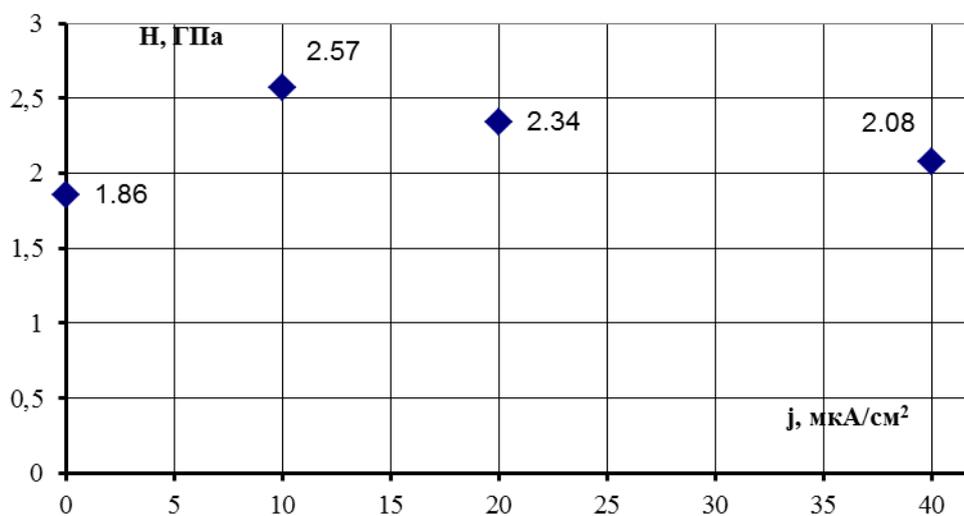


Рис. 3. Зависимость среднего значения твердости Н, ГПа для 20 точек индентирования образцов Ст.3 от плотности ионного тока j, мкА/см<sup>2</sup> для силы нагружения 100 мН

Приведенный модуль упругости (рис. 4) образцов Ст.3 для плотностей ионного тока 10 и 20 мкА/см<sup>2</sup> приблизительно одинаков и увеличивается по сравнению с необлученным образцом примерно на 10-14 %, что свидетельствует об увеличении упругих свойств поверхностных слоев образцов подвергнутых бомбардировке ионным пучком. С увеличением плотности тока до 40 мкА/см<sup>2</sup> значения приведенного модуля упругости снижаются и приближаются к значениям, соответствующим исходному состоянию (рис. 5).

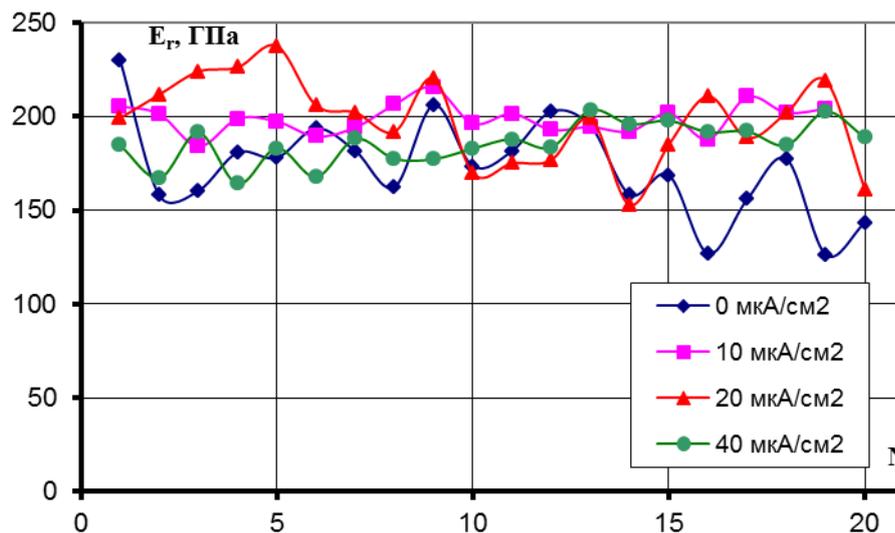


Рис. 4. Приведенный модуль упругости  $E_r$ , ГПа в различных точках индентирования N образцов Ст.3 с разной плотностью тока для силы нагружения 100 мН

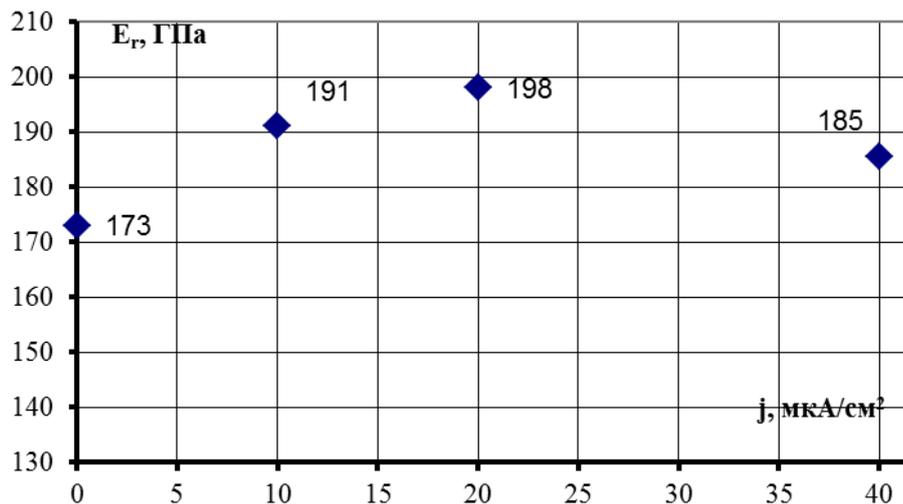


Рис. 5. Зависимость среднего значения приведенного модуля упругости  $E_r$ , ГПа для 20 точек индентирования образцов Ст.3 от плотности ионного тока  $j$ , мкА/см<sup>2</sup> для силы нагружения 100 мН

Экспериментально наблюдаемое увеличение твердости и приведенного модуля упругости образцов углеродистой стали Ст.3 в результате облучения ионами аргона в импульсном режиме обусловлено структурными изменениями вследствие распространения ударно-волновых процессов.

### **Выводы**

Изучено изменение твердости и модуля упругости углеродистой стали Ст.3 от облучения ионами аргона с различными плотностями ионного тока от 10 до 40 мкА/см<sup>2</sup>. Увеличение твердости происходит при наименьшей из выбранных плотности ионного тока 10 мкА/см<sup>2</sup> на 38%, в свою очередь увеличение приведенного модуля упругости происходит только на 10-14 %. С увеличением плотности ионного тока происходит снижение твердости и приведенного модуля упругости исследуемой стали. Таким образом, выявлено, что дальнейшее увеличение плотности ионного тока нецелесообразно.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИжГТУ им. М.Т. Калашикова № 201445-1239.*

### **Список литературы**

1. Вахрушев А.В., Федотов А.Ю., Вахрушев А.А., Шушков А.А., Шушков А.В. Исследование механизмов формирования наночастиц металлов, определение механических и структурных характеристик нанобъектов и композиционных материалов на их основе // Химическая физика и мезоскопия. 2010. Т.12, №4. С.486-495.
2. Воробьев В.Л., Быков П.В., Баянкин В.Я., Шушков А.А., Вахрушев А.В., Орлова Н.А. Изменение механических свойств углеродистой стали Ст.3 в зависимости от средней плотности тока в пучке при импульсном облучении ионами аргона // Физика и химия обработки материалов. 2012. № 6, С. 5-9.
3. Быков П.В., Воробьев В.Л., Орлова Н.А. и др. Влияние дозы и типа имплантированных ионов на изменение механических свойств, морфологии и состава поверхностных слоев углеродистой стали Ст3 // Физика и химия обработки материалов. 2009. №1. С.38–41.
4. Быков П.В., Воробьев В.Л., Баянкин В.Я. Изменение механических свойств стали Ст.3 после облучения ионами азота и аргона // Химическая физика и мезоскопия. 2008. Т.10, №3. С.320–324.
5. Gong J., Miao H., Peng Z. A new function for the description of the nanoindentation unloading data // Scripta Materialia 2003. V.49. №.1. P.93-97.
6. Вахрушев А.В., Шушков А.В., Шушков А.А. Экспериментальное исследование модуля упругости Юнга и твердости микрочастиц железа методом индентирования // Химическая физика и мезоскопия. 2009. Т. 11, №2. С.258-262.
7. Ляхович А.М., Шушков А.А., Лялина Н.В. и др. Прочностные свойства наноразмерных полимерных пленок, полученных в низкотемпературной плазме бензола // Химическая физика и мезоскопия. 2010. Т.12, №2. С.243-247
8. Cho Sung-Jin, Lee Kwang-Ryeol, Eun Kwang Yong. Determination of elastic modulus and Poisson's ratio of diamond-like carbon films // Thin Solid Films. 1999. V.341. Is.1-2. P.207-210.

9. *Vaz A.R., Salvadori M.C. and Cattani M.* Young Modulus Measurement of Nanostructured Palladium Thin Films // *Nanotech.* 2003. V.3. P.177–180.
10. *Головин Ю.И.* Наноиндентирование и механические свойства твердых тел в субмикрообъемах, тонких приповерхностных слоях и пленках // *ФТТ.* 2008. Т.50, вып.12. С.2113-2142.
11. *Vilcarromero J., Marques F.C.* Hardness and elastic modulus of carbon–germanium alloys // *Thin Solid Films* 2001. V.398–399. P.275–278.
12. *Oliver W., Pharr G.* An Improved Technique for Determining Hardness and Elastic Modulus Using Load and Displacement Sensing Indentation Experiments // *J. Mater. Res.* 1992. № 7(6). P.1564-1583.

*Электронное научное издание*

**«Выставка инноваций – 2016  
(весенняя сессия)»**

«Выставка инноваций – 2016 (весенняя сессия)» [Электронный ресурс] : электронное научное издание : сборник материалов XXI Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 13 апреля 2016 г. / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». – Электрон. дан. (1 файл : 7,8 Мб). – Ижевск : изд-во ИННОВА, 2016. – 138 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat Reader 6.0 и выше – ISBN 978-5-9906851-4-7.

Технический редактор и верстка:  
*А.П. Тюрин*

Обложка и дизайн – *С.А. Пигалев*

ISBN 978-5-9906851-4-7

