

# **«Выставка инноваций – 2019 (весенняя сессия)»**

**Сборник материалов XXVII  
Республиканской выставки-сессии  
студенческих инновационных проектов**

**Ижевск, 25 апреля 2019 г.**



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

**«Выставка инноваций – 2019  
(весенняя сессия)»**

Сборник материалов XXVII Республиканской выставки-сессии  
студенческих инновационных проектов

(Ижевск, 25 апреля 2019 г.)



Издательство ИжГТУ  
имени М. Т. Калашникова  
Ижевск 2019

УДК 62(06)  
ББК 30у  
В93

Редакционная коллегия

Председатель: *А. Л. Кузнецов*, д-р экон. наук, проф., проректор по научной и инновационной деятельности

*А. П. Тюрин*, заместитель начальника УНИР

*М. А. Тарасова*, директор Института образовательных технологий

*А. Н. Домбрачев*, начальник отдела интеллектуальной собственности

*К. С. Чернышев*, начальник отдела разработки, внедрения и сопровождения информационных систем УИ

*Л. В. Волкова*, доцент кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики»

*Э. В. Алиев*, доцент кафедры «Системный анализ и управление качеством»

*Е. С. Слащев*, руководитель группы грантов и программ УНИР

*С. А. Пигалев*, директор бизнес-инкубатора

Ответственный за выпуск: *А. П. Тюрин*, заместитель начальника УНИР

**«Выставка инноваций – 2019 (весенняя сессия)»** [Электронный ресурс] : сборник материалов XXVII Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов (Ижевск, 25 апреля 2019 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. – 224 с. – 5,62 Мб (PDF). Систем. требования: Acrobat Reader 5.8 и выше.

ISBN 978-5-7526-0838-4

Сборник составлен из статей, раскрывающих содержание научных и инновационных проектов аспирантов, магистрантов, молодых ученых и студентов ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», выполненных в области приоритетных направлений развития науки и техники. Очное итоговое мероприятие проходило 25 апреля 2019 г. Экспертная оценка и рецензирование проектов выполнялись утвержденной экспертной комиссией.

УДК 62(06)

ISBN 978-5-7526-0838-4

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019  
© Оформление. Издательство ИжГТУ  
имени М. Т. Калашникова, 2019

*Д. К. Борисов*, магистрант, boris.dk@mail.ru

*Ф. Е. Шевченко*, магистрант, Fili18@yandex.ru

*А. Ф. Гордина*, кандидат технических наук, доцент кафедры «ГиСМ»

afspirit@rambler.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Изучение влияния минеральных добавок на структуру и свойства строительного гипса**

*Изучено влияние на структуру и свойства гипсовых композиций комплексных минеральных модификаторов, включающих силикатную дисперсную добавку (0,2 %) – измельченную минеральную вату, метакаолин (1,0 %) и воздушную известь (2 %). При введении оптимальной концентрации добавки достигается рост прочности гипсового композита до 25,6 %. Полученное вяжущее возможно применять при изготовлении гипсовых пазогребневых плит, гипсокартонных листов для устройства перегородок в помещениях с нормальной влажностью.*

**Ключевые слова:** гипсовое вяжущее; дисперсная минеральная вата; метакаолин; механические испытания; воздушная известь

В настоящее время одним из активно развивающихся направлений строительного материаловедения является создание строительных композитов за счет использования дисперсных отходов производств [1–5]. Помимо повторной переработки и использования техногенного сырья данное направление [1–9] позволяет получить материалы с повышенными физико-механическими характеристиками, что, в свою очередь, способствует снижению материалоемкости, решению проблем ресурсосбережения и расширению номенклатуры производимых строительных композиционных вяжущих.



Традиционные вяжущие на основе гипса имеют ряд недостатков: низкая водостойкость, высокая гигроскопичность и хрупкость, что ограничивает их использование. Для расширения области применения сульфатосодержащих материалов в их состав вводят модифицирующие добавки [8, 9], влияющие на процесс структурообразования и морфологию продуктов гидратации, а также способствующие улучшению показателей физико-технических характеристик: увеличение пределов прочности на сжатие и изгиб, водостойкости, деформативности, уменьшение пористости.

Разработка строительных композитов на основе гипсовых вяжущих [9–11] с повышенными прочностными и эксплуатационными характеристиками при введении комплексных добавок, включающих техногенные продукты производства, будет способствовать не только расширению номенклатуры производимых строительных композиционных вяжущих, но и решению проблемы ресурсосбережения путем увеличения процента переработанного и повторно использованного вторичного сырья.

Для получения композиционного материала применялся гипс «ВОЛМА-Алебастр» (г. Оренбург), нормально твердеющий, средней степени помола марки Г-5 ШБ, соответствующий ГОСТ 125–79.

В качестве модификатора структуры и свойств гипсовых композиций использовался метакаолин ВМК-45. В исследованиях применялся метакаолин компании «СИНЕРГО» (г. Магнитогорск), соответствующий требованиям ТИ 1613.2010.

В качестве дисперсной добавки использовалась минеральная каменная вата KNAUFInsulationTR 040. В качестве одного из основных компонентов сырья для производства каменной ваты выступают горные породы; как правило, это изверженные породы габбро-базальтовой группы и подобные им по химическому составу метаморфические горные породы, а также мергели.

В данной работе в качестве добавки к гипсу применялась воздушная известь, соответствующая требованиям ГОСТ 9179–77.

В качестве пластификатора при приготовлении суспензии использовался пластификатор SilStab HL+ от ADDAPTChemicalsBV (Нидерланды), который является стабилизированным раствором силиката калия, оптимизированным с помощью гидрофобной добавки.

Для определения прочностных характеристик исследуемых составов использовался лабораторный пресс ПГМ – 100МГ4 при скорости нагружения 1 МПа/с. Испытания производились в возрасте 7 и 28 дней.

Для исследования влияния минеральной ваты на гипсовое вяжущее и определения оптимальной концентрации добавки изготавливались образцы-балочки размером 40×40×160 мм с содержанием пыли 0–1 %. В ходе серии испытаний была установлена зависимость показателей предела прочности гипсовых вяжущих на изгиб и сжатие от содержания минеральной ваты (рис.1) в возрасте 7 и 28 дней.

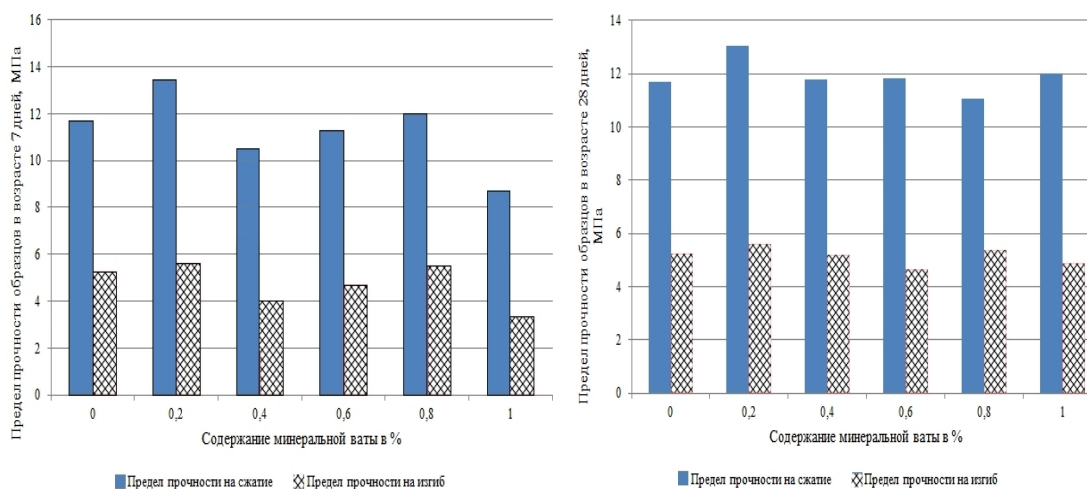


Рис. 1. Прочностные характеристики гипсового вяжущего с минеральной ватой в возрасте 7 и 28 суток

На основании результатов физико-механических испытаний можно сделать вывод, что минеральная вата выступает в роли ускорителя твердения, улучшающего условия гидратации гипса за счет своей высокой удельной поверхности и мелкой дисперсности. Таким образом, прирост предела прочности на сжатие при оптимальной концентрации минеральной ватой (0,2 %) составил 11,5 % по сравнению с образцом без добавки.

С целью повышения эффективности использования минеральной ваты в состав гипсового вяжущего дополнительно вводился метакаолин, имеющий химическое средство с модификатором, и известь, при оптимальном содержании которой инициируются процессы формирования новообразований, можно повысить прочность и водостойкость гипсовой матрицы. Однако повышение концентрации извести значительно увеличивает сроки схватывания гипсового теста, а также может привести к снижению механических характеристик гипсового камня. На основе ранее проведенных исследований содержание извести было ограничено до 2 %.

Предварительные исследования гипсовых композиций при совместном введении извести и метакаолина показали, что улучшение физико-механических свойств гипсового композита происходит при следующем содержании добавок: извести 2 % и метакаолина 1 %. Далее были проведены исследования с дополнительным введением минеральной ваты в состав гипсовой композиции (рис. 2).

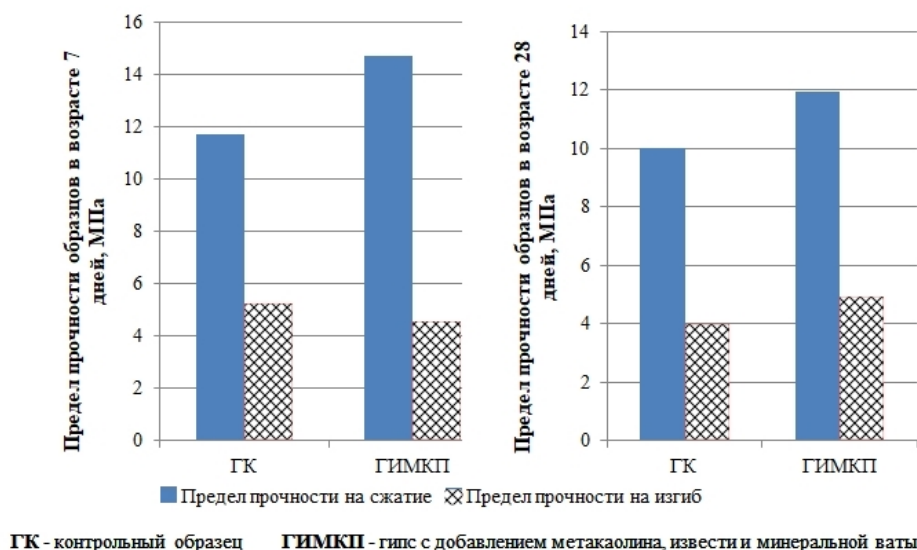


Рис. 2. Прочностные характеристики гипсового вяжущего с известью, минеральной ватой и метакаолином в возрасте 7 суток

В процессе эксперимента также были определены водопоглощение и коэффициент размягчения контрольного и модифицированного образцов. Полученные данные приведены в таблице.

## Определение водопоглощения и коэффициента размягчения

Образец	Водопоглощение, %		Коэффициент размягчения
	4 ч	48 ч	
Контрольный (ГК)	26,85	27,0	0,3
Модифицированный (ГИМКП)	27,55	28,2	0,43

Таким образом, при совместном введении в состав гипсового вяжущего из 2 % извести, 1 % метаксаолина и 0,2 % измельченной минеральной ваты достигается рост прочностных показателей (предел прочности на сжатие для контрольного образца 11,7 МПа, для модифицированного – 14,7 МПа) на 25,6 %, отмечено увеличение коэффициента размягчения. Вероятно, повышение механических параметров связано с формированием более плотной матрицы, что подтверждает увеличение средней плотности.

### Заключение

Выявлены закономерности влияния минеральных дисперсных модифицирующих добавок на физико-механические характеристики гипсового вяжущего. Установлено оптимальное содержание добавок, при котором достигается наибольший прирост прочностных показателей. При введении 0,2 % измельченной минеральной ваты достигается прирост предела прочности на сжатие на 11,5 %; при совместном введении 2 % извести, 1 % метаксаолина и 0,2 % минеральной ваты прирост прочности на сжатие составляет 25,6 %, при этом коэффициент размягчения увеличивается с 0,3 до 0,43.

### Список литературы

1. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р. К. Пачаури, А. Н. Райзингер [и др.] // МГЭИК, изменение климата: обобщающий доклад. Женева, Швейцария, 2007.
2. Вклад рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р. К. Пачаури, Л.А. Мейер [и др.] // МГЭИК, изменение климата: обобщающий доклад. Женева, Швейцария, 2014.

3. US Energy International Administration. International Energy Outlook: International Energy Outlook 2013 (with Projections to 2040) / Linda E. Doman, Vipin Arora [and others]. Washington, 2013.
4. Использование техногенных отходов в качестве строительных материалов / М. Н. Самусева, Т. И. Шишелова, С. Ю. Кокряцкий, Н. Е. Суслов, К. В. Тимофеев // Успехи современного естествознания. 2009. № 8. С. 8–9.
5. Российский статистический ежегодник. 2017 : стат. сб. / Росстат. М., 2017. 686 с.
6. Туркина, И. А. Необходимость и опыт использования отходов производства // Сб. докладов V Междунар. конгресса по управлению отходами и природоохранным технологиям «ВэйстТэк-2007» (Москва, 29 мая – 1 июня 2007 г.). М., 2007.
7. Каушанский, В. Е. Использование техногенных продуктов как путь создания энерго- и ресурсосберегающих технологий производства строительных материалов / В. Е. Каушанский, В. Г. Лемешев // Материалы юбилейной науч.-техн. и науч.-метод. конф. преподавателей и сотрудников ин-та. Ч. 1. М. : МИКХИС. 2003.
8. Гончаров, Ю. А. Российская гипсовая ассоциация: цели и задачи / Ю. А. Гончаров, А. Ф. Бурьянов // Строительные материалы. 2008. №1. С. 54–56.
9. Копелянский, Г. Д. Стойкость гипсовых вяжущих против влажностных влияний при нормативных и повышенных температурах // Сб. трудов Росгипса, 1947. Вып. 4. С. 21–32.
10. Мирсаев, Р. Н. Опыт производства и эксплуатации гипсовых стеновых изделий / Р. Н. Мирсаев, В. В. Бабков, И. В. Недосеко // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 78–80.
11. Хежев, Х. А. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород : автореф. дис. канд. техн. наук. СПб., 2013.

*С. В. Варфаламеева*, студентка, lana.varfalameeva@mail.ru

*А. А. Буторина*, студентка, nasta\_yfcnz@mail.ru

*С. Г. Шуклин*, доктор химических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

**Эффективность технологии очистки водной экосистемы  
обратноосмотическими фильтрами в пищевой промышленности  
с использованием углеродных нанотрубок**

*Рассматривается экологический аспект проблемы загрязнения водной экосистемы. Бесконтрольное строительство предприятий различной направленности ведет к загрязнению водных объектов. Неправильная очистка сточных вод, утилизация отходов производства является главной проблемой промышленности, что приводит к истощению водоемов. Для решения проблемы очистки сточных вод предприятий применяются фильтры обратного осмоса, в которых мембраны улучшаются при помощи синтеза в них углеродных нанотрубок.*

**Ключевые слова:** обратный осмос, углеродные нанотрубки, пермеат, мембрана, предельно допустимая концентрация (ПДК), экология, фильтр.

Вопросы очищения воды и охраны водной экосистемы становятся все более острыми по мере развития общества. Происходит стремительное увеличение влияния на окружающую среду из-за научно-технического прогресса.

Загрязнение вод главным образом происходит вследствие сброса в них промышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Всё больше загрязнение водоемов приводит к их полной деградации как источников водоснабжения. Именно поэтому в современном мире проблема очистки воды от промышленных загрязнений имеет большое значение.



Значительная экологическая опасность в регионах заключается в бесконтрольном строительстве небольших мясных, молочных и других предприятий, где решение проблем очищения сточной воды, утилизации отходов производства и контроля качества продукции затруднено, что может послужить причиной дальнейших негативных экологических последствий.

В водоемы сбрасывается большое количество загрязнений, в которых содержание растворенных органических веществ составляет в среднем 130 000 т/год. Вследствие действий предприятий в реки поступают как минимум 8 000 т/год жиров и масел, 13 000 т/год фенолов, 15 000 т/год отходов молочного производства, 25 000 т/год сыворотки, 4 000 т/год крови и около 30 000 т/год различных кислот (рис. 1, [4], таблица).

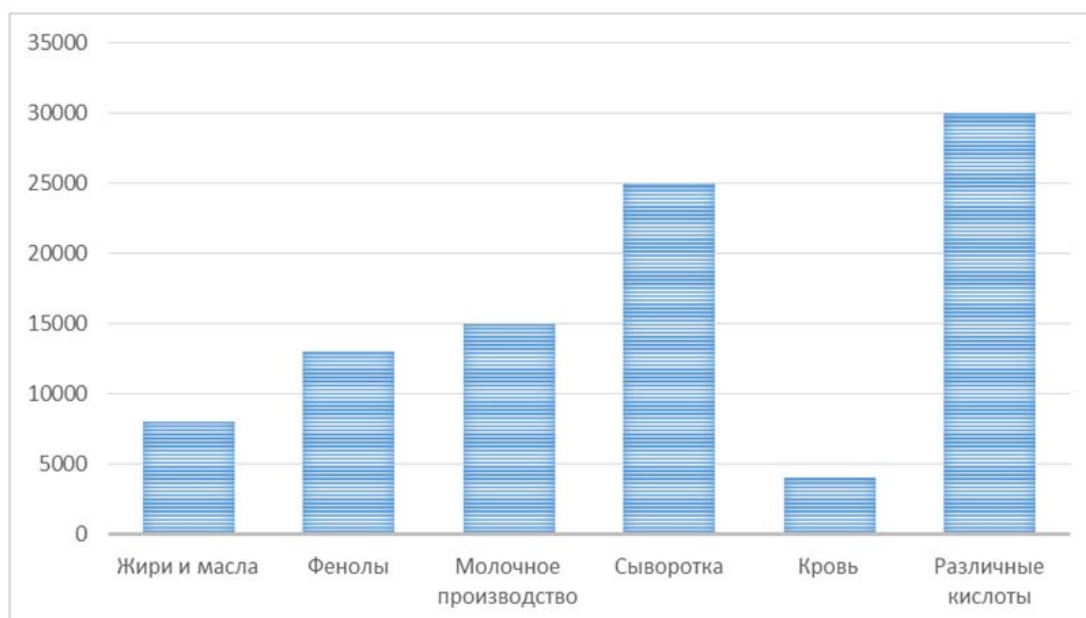


Рис. 1. Статистика выбрасываемых в воду веществ

Требования к степени очистки сточных вод устанавливаются в соответствии с ГН 2.1.5.689–98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [1]. Допустимые значения концентраций загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод соответствуют:

- значениям водородного показателя рН – от 6,5 до 8,5;
- взвешенным веществам – 30 мг/дм<sup>3</sup> [4].

**ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения**

Наименование	Лимитирующий признак вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/л
Железо	Органолептический	0,5
Медь	Органолептический	1
ПАВ	Органолептический	0,5
Хром 3+	Органолептический	0,5
Фенол	Органолептический	0,001
Никель	Токсикологический	0,1
Азот нитратов	Токсикологический	10
Свинец	Токсикологический	0,1
Формальдегид	Токсикологический	0,05
Азот аммиака	Санитарный	2
Цинк	Санитарный	1

В качестве решения данной экологической проблемы была выбрана технология обратного осмоса с мембранами, структура которых включает нанотрубки.

Сущность осмоса состоит в том, что по разные стороны полупроницаемой мембраны, которая способна пропускать лишь молекулы воды, находятся растворенные соли с разной концентрацией; молекулы воды будут перемещаться через мембрану из менее концентрированного в более концентрированный раствор. В случае обратного осмоса при воздействии на раствор с большей концентрацией внешним давлением, превышающим осмотическое, молекулы воды начинают движение через мембрану в противоположном направлении, то есть из более концентрированного в менее концентрированный раствор (рис. 2) [6].

Технология обратного осмоса может применяться для удаления органических примесей. Так как при классическом методе подача исходной воды с высоким уровнем содержания органики приводит к поверхностному пленочному загрязнению мембран, используется модернизация мембран.

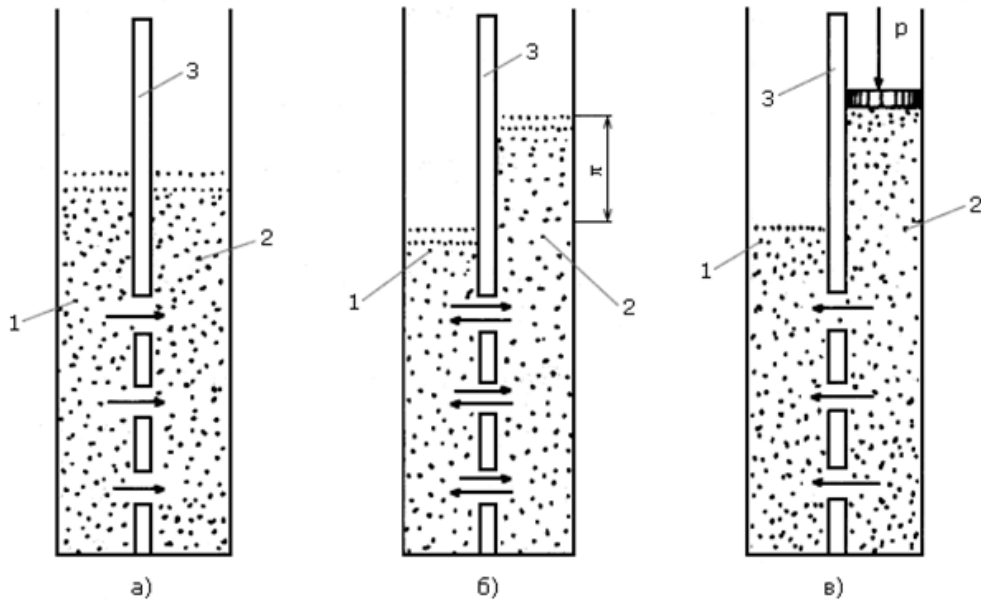


Рис. 2. Принципиальная схема обратного осмоса: а – начало осмотического переноса; б – равновесное состояние; в – обратный осмос; 1 – пресная вода; 2 – соленая вода; 3 – мембрана;  $p$  – осмотическое давление раствора

На сегодняшний день большие надежды в развитии многих областей науки и техники связывают с углеродными нанотрубками. Интересной особенностью углеродных нанотрубок являются их уникальные сорбционные характеристики. Многих исследователей привлекает показатель высокой удельной поверхности материала нанотрубок, который достигает  $600 \text{ м}^2/\text{г}$ . Такой высокий показатель, многократно превышающий показатель удельной поверхности используемых в настоящее время сорбентов, дает возможность их использования в фильтрах. При помощи нанотрубок, которые обладают эффективностью, значительно превышающей эффективность современных сорбентов, возможно очищение различных газообразных и жидких веществ от вредных примесей. Важной особенностью углеродных нанотрубок является наличие в них внутренней полости. Вещество, проникающее внутрь углеродных нанотрубок в результате внешнего давления либо под действием капиллярного эффекта, удерживается внутри благодаря сорбционным силам. Это дает возможность селективной адсорбции нанотрубками. Помимо этого искривленная поверхность углеродных нанотрубок позволяет адсорбировать молекулы органической при-

роды. В то же время эффективность нанотрубок в отношении органических молекул в десятки раз превышает активность графитовых адсорбентов, которые являются на данный момент наиболее используемыми в очистке воды. Возможность нанотрубок адсорбировать примеси как на внешней, так и на внутренней поверхности повторно доказывает возможность проведения селективной адсорбции. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о возможности использования нанотрубок в финишной очистке различных жидких веществ.

Основным элементом в фильтрах с технологией обратного осмоса является мембрана, проходя через которую осуществляется очистка воды (рис. 3).

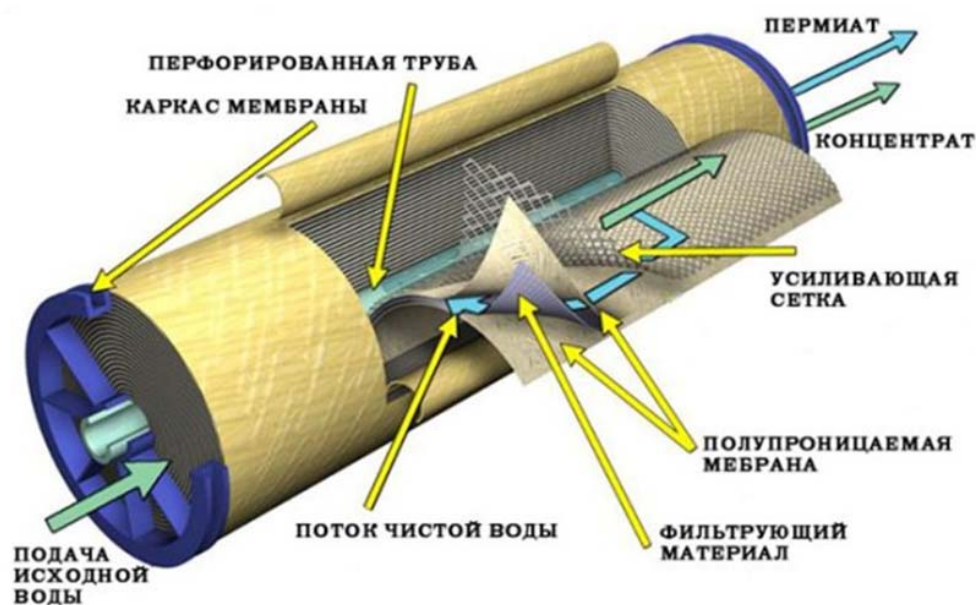


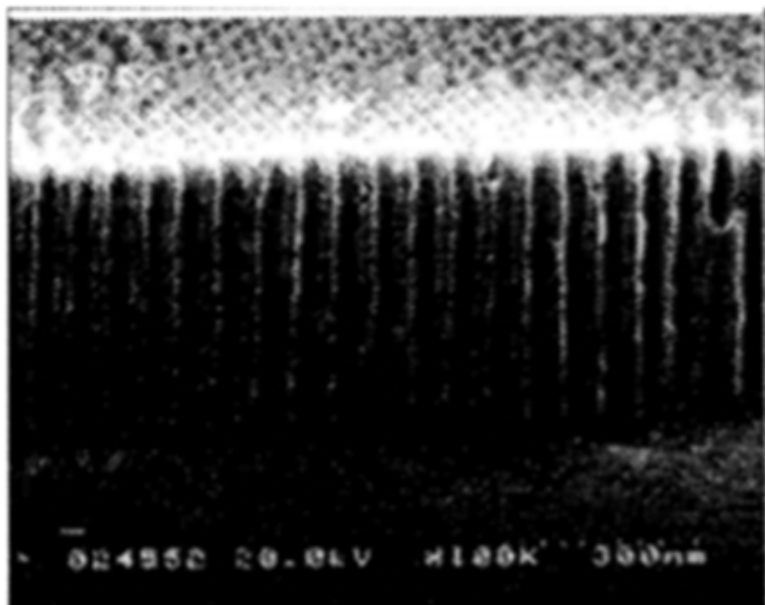
Рис. 3. Обратнoосмотическая мембранная конструкция [5]

Основным критерием при выборе мембраны является характер пермеата – выполнение санитарно-гигиенических, технологических и других норм [3]. Для получения требуемого результата подбирают мембраны с наибольшей удельной проницаемостью, высокой разделяющей способностью и повышенной химической стойкостью к технологическому раствору. Таким требованиям соответствуют полимерные мембраны, которые изготавливают из ацетилцеллюлозы или из ароматических полиамидов.

Как правило, при нейтральной среде раствора используют ацетатцеллюлозные мембраны. Главным преимуществом такого вида мембран является способность к разделению веществ, но большой ее недостаток – отсутствие стойкости к кислотам и щелочам. Уровень pH должен лежать в диапазоне 3...8 единиц [2]. Наиболее устойчивы к щелочным и кислотным средам мембраны, которые изготовлены из полисульфатов и полиамидов, они более долговечны, но их недостатком является низкая удельная производительность.

Ионообменная способность полупроницаемых мембран зависит от показателя уровня pH. Данный показатель влияет на размер коллоидных частиц, из которых образована полупроницаемая мембрана, – растворяет и коагулирует их. Также от уровня pH и объема содержания солей зависит скорость образования отложений на мембране.

На базе конструирования элементов гибкой электроники используется принцип синтеза в поры трековых мембран (рис. 4).



*Рис. 4.* Матрица с длиной пор 500 нм

Синтез происходит при помощи электрохимического осаждения в порах мембран, где формируются нанотрубки диаметром приблизительно 100 нм. Для образования углеродных нанотрубок в порах мембраны применяется метод шаблонного синтеза. В качестве шаблона используются полимерные мембраны,

выбор которых зависит от примесей пермеата. Процесс шаблонного синтеза состоит из 4 этапов:

- образование зародыша (I);
- активный рост углеродных нанотрубок (II);
- образование «крышек» на поверхности нанотрубок (III);
- формирование непрерывной пленки на поверхности шаблона (IV).

Формирование нанотрубок осуществляется на первых двух стадиях электроосаждения.

Улучшение мембраны обратного осмоса при помощи углеродных нанотрубок дает возможность уменьшения внешнего давления, что ведет к сокращению расходов энергии. Кроме того, увеличивается скорость прохождения пермеата через мембрану, устойчивость мембран к кислотным и щелочным средам, то есть увеличивается диапазон уровня pH. Такие мембраны можно очищать от концентрата при помощи ультразвука, а также с помощью подачи давления в обратном направлении с последующим удалением концентрата. Утилизировать отходы можно с помощью испарения воды из концентрата.

Таким образом, качество очистки воды значительно увеличивается. Исходя из этого возможно повторное использование воды на предприятии. Негативное экологическое воздействие на водоем сводится к минимуму.

### **Список литературы**

1. ГН 2.1.5.689–98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / Гос. система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации. М., 1998. 77 с.

2. Ферромагнитные нанотрубки в порах трековых мембран для элементов гибкой электроники / Е. Ю. Конюков, Е. Е. Шумская, М. Д. Кутузов, Д. П. Боргеков, И. Е. Кенжина, А. Л. Козловский, М. В. Здоровец // Приборы и методы измерений. 2017. Т. 8, № 3. С. 214–221.



3. Обратный осмос. Мембрана обратного осмоса. Очистка и фильтры обратного осмоса.

URL:[http://oil-filters.ru/reverse\\_osmosis\\_and\\_membranes/#reverse\\_osmosis\\_membrane](http://oil-filters.ru/reverse_osmosis_and_membranes/#reverse_osmosis_membrane)  
(дата обращения 12.04.2019).

4. Отходы молочного производства URL: <https://ru-ecology.info/term/7909/> (дата обращения 06.04.2019).

5. Схема обратного осмоса URL: <http://oskada.ru/obrabotka-i-ochistka-vody/skhema-obratnogo-osmosa.html> (дата обращения 10.04.2019).

6. Технология обратного осмоса и ультрафильтрации URL: [http://twt.mpei.ac.ru/books/vve/CH5.2\\_pg1.htm](http://twt.mpei.ac.ru/books/vve/CH5.2_pg1.htm) (дата обращения 06.04.2019).

*Д. Д. Вавилова*, аспирант, daiana1604@yandex.ru

*Е. В. Касаткина*, кандидат физико-математических наук, доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Экономико-математическая модель оптимальных продаж компании-застройщика в условиях применения эскроу-счета**

*Представлена экономико-математическая модель оптимальных продаж в условиях применения эскроу-счета, учет коэффициента эластичности продаж, а также допустимое изменение цены продаж в целях повышения показателей прибыльности и рентабельности компании. На примере реального объекта строительства проведен анализ повышения рентабельности финансовых ресурсов компании застройщика в области жилищного строительства при использовании эскроу-счета.*

**Ключевые слова:** застройщик, кредит, эскроу-счет, прибыль, рентабельность, оптимизация.

Введение поправок в Федеральный закон от 30.12.2004 №214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости...» [1] предполагает возникновение новых условий и факторов, которые необходимо учитывать для успешного функционирования предприятиям-застройщикам. Основное изменение в поправках касается появления эскроу-счетов [2]. В связи с этим появляется необходимость анализа факторов повышения доходности производственной деятельности строительной компании в условиях применения эскроу-счета.

Рассмотрим банковские условия использования эскроу-счета на примере финансирования проектов строительства жилой недвижимости ПАО «Банк ВТБ» [3]. Расчет годовой кредитной ставки осуществляется по формуле

$$r_i = \begin{cases} (r_{0i} + r_{ci}) \cdot k_i + r_{\delta i} \cdot (1 - k_i) - \Delta r_i, & \text{если } r_i > r_{\mu i} \\ r_{\mu i}, & \text{если } r_i \leq r_{\mu i}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $r_{0i}$  – ставка кредитования при 100%-м покрытии на эскроу-счетах (3,33 %);  $r_{ci}$  – базовая ставка отчислений в фонд страхования вкладов (0,60 %);  $r_{\delta i}$  – базовая ставка кредитования (10,00 %);  $r_{\mu i}$  – минимальная ставка кредитования при превышении покрытия на эскроу-счетах задолженности по кредиту (1,75 %);  $k_i$  – коэффициент покрытия эскроу-счета:

$$k_i = \begin{cases} \left(1 - \frac{r_{pi}}{100}\right) \frac{D_i}{B_i}, & \text{если } B_i > 0, \\ 1, & \text{если } k_i > 1, \end{cases} \quad (2)$$

где  $r_{pi}$  – ставка отчислений в фонд обязательного резервирования (5,00 %).

Скидка  $\Delta r_i$  определяется из нижеприведенной формулы, где  $r_{ki}$  – ключевая ставка ЦБ РФ (7,50 %):

$$\Delta r_i = \begin{cases} \frac{[D_i(1 - r_{pi}) - B_i](r_{ki} - r_{ci} - 1\%)}{B_i}, & \text{если } [D_i(1 - r_{pi}) - B_i] > 0, \\ 0, & \text{если } [D_i(1 - r_{pi}) - B_i] \leq 0. \end{cases} \quad (3)$$

Застройщик, реализуя проект, заинтересован в максимизации прибыли:

$$P = \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) \cdot (D - B - Z) \rightarrow \max, \quad (4)$$

где  $\eta$  – ставка налога на прибыль (20 %);  $D$  – накопленная сумма дохода от продаж;  $B$  – накопленная ссудная задолженность по кредиту;  $Z$  – фактические собственные затраты застройщика с учетом процентов по кредиту.

Оптимальной базовой стратегией продаж является стратегия, обеспечивающая минимальную кредитную ставку. Тогда текущие объемы продаж определяются из уравнения

$$D_i = \sum_{i=1}^T \tilde{p}_i \tilde{s}_i = \frac{(r_{0i} + r_{ki} - r_{\mu i} - 1)}{(1 - r_{pi}) \cdot (r_{ki} - r_{ci} - 1\%)} B_i. \quad (5)$$

В качестве инструмента регулирования объема продаж выступает цена:  $\tilde{p}_i = p_i \cdot (1 + \delta_{p_i})$ , где  $\tilde{p}_i$  – цена продаж, руб./м<sup>2</sup>;  $p_i$  – среднерыночная цена продаж, руб./м<sup>2</sup>;  $\delta_{p_i}$  – относительное изменение цены:  $\delta_{p_{\min}} \leq \delta_p \leq \delta_{p_{\max}}$ ;  $\delta_{p_{\min}}$  – минимально допустимое снижение цены с учетом себестоимости.

Изменение объема продаж с использованием степенной функции учета зависимости эластичности от цены определяется формулой

$$\tilde{s}_i = s_i \cdot (1 + \delta_{p_i})^{-\alpha} \quad (6)$$

где  $s_i$  – объем продаж при среднерыночной цене  $p_i$ , м<sup>2</sup>;  $\tilde{s}_i$  – предполагаемый объем продаж при цене  $\tilde{p}_i$ , м<sup>2</sup>;  $\alpha$  – коэффициент эластичности.

Рассмотрим проект строительства сроком 38 месяцев, исходные данные для которого приведены на рис. 1.

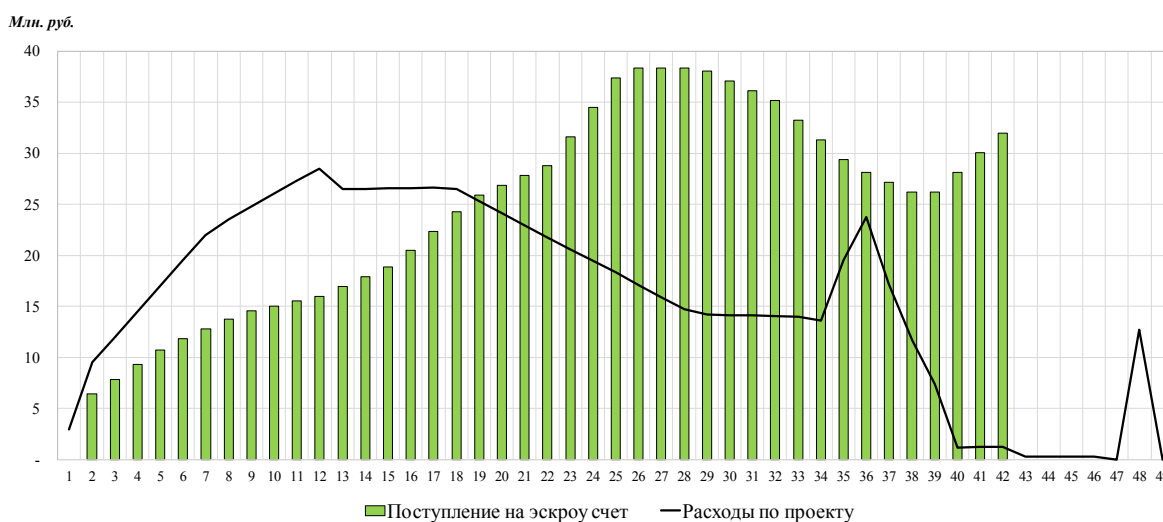


Рис. 1. Исходные данные по проекту строительства жилого дома

За счет относительного изменения цены продаж в диапазоне от минимально допустимого снижения цены на 16,7 % до 20 %-го превышения над средней ценой за квадратный метр по региону получен график оптимальных продаж объектов жилищного строительства (рис.2).

Обобщающие показатели по проекту представлены в таблице.

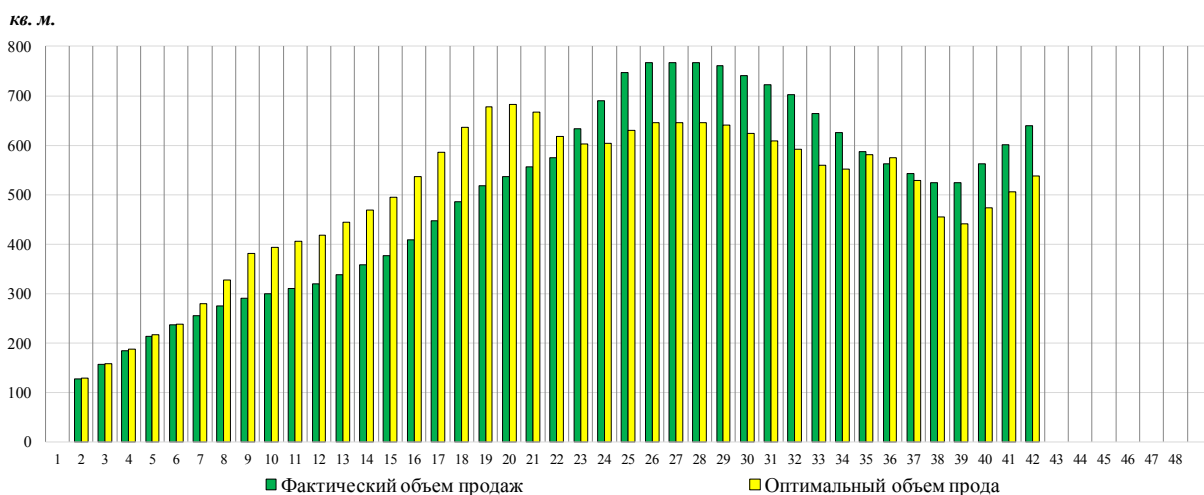


Рис. 2. График физического объема продаж

### Обобщающие финансовые показатели по проекту строительства

Показатели	Фактические	Модельные	Изменение
Выручка	1 020 251 424	1 031 820 749	+11 569 325
Проценты по кредиту	30 239 378	29 526 295	-713 083
Прибыль	202 859 370	215 141 778	+12 282 408
Рентабельность продаж	13,7 %	16,7 %	+3,0 %
Рентабельность затрат	86,5 %	98,5 %	+12,1 %

Из таблицы видно, что, следуя базовой стратегии по минимизации величины процентов по кредиту, учету влияния коэффициента эластичности и варьирования цены продаж, можно достичь роста прибыли на 12,3 млн руб., рентабельности продаж – на 3,0 % и рентабельности затрат – на 12,1 %.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2004 №214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51038/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51038/) (дата обращения 18.03.2019).
2. Багандова, Л. К. Проблемы применения счета эскроу: российская и зарубежная практика // Вестник МГОУ. 2018. С. 149–159.

3. Финансирование проектов строительства жилой недвижимости // ПАО «Банк ВТБ». URL: <https://www.vtb.ru/krupnyj-biznes/kreditovanie/finansirovanie-proektov-stroitelstva-zhiloy-nedvizhimosti/> (дата обращения: 18.03.2019).



*М. В. Гаврилова*, магистрант, mmmaria.gavrilova@gmail.com

*С. М. Федоров*, магистрант

*М. В. Свалова*, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Совершенствование и повышение эффективности системы вентиляции цехов ОСК в городе Ижевске**

*Проведен анализ технологий и существующих систем вентиляции цехов ОСК. Выявлены принципы работы, главные и второстепенные недостатки примененной системы вентиляции. Рассмотрен и предложен комплекс мероприятий по устранению неблагоприятного запаха и повышению эффективности систем вентиляции.*

**Ключевые слова:** система вентиляции, совершенствование, эффективность, энергоэффективность, очистные сооружения, канализация.

Эффективная вентиляция помещения является одной из важнейших составляющих для создания благоприятных условий для жизни и работы людей. Поэтому при проектировании зданий очень важно правильно спланировать работу систем вентиляции в соответствии с существующими нормативами.

Сточные воды имеют неприятный запах [4]. Помимо этого происходит выделение вредных газов, негативно влияющих на здоровье человека, в том числе и на его нервную систему. Поэтому в помещении, в котором работают сотрудники ОСК целый день, должен быть хороший воздухообмен.

Усовершенствование систем вентиляции в цехах механического обезвоживания очистных сооружений канализации – наша основная задача. Полученные результаты могут быть использованы организациями, которые занимаются проблемами удаления запахов и очисткой сточных вод [2].

Начнем с анализа существующих технологий на примере здания решеток и песколовки в г. Москве. Главная особенность заключается в том, что удаленный из рабочей зоны воздух не выбрасывается в атмосферу, а поступает в установку по очистке воздуха «ВЕНТЛИТ» (рис. 1). Неприятные запахи разрушаются ультрафиолетовыми лампами и снова подаются в помещение.



*Рис. 1. Установка по очистке воздуха «ВЕНТЛИТ»*

Для устранения запаха [5, 6] на первичных отстойниках было сделано плавающее перекрытие (рис. 2). Перекрытие собрано из плавающих блоков из нержавеющей стали. Внешнее кольцо блоков закреплено неподвижно, а внутренняя часть установлена на понтоны и вращается наплаву вместе с фермой. Таким образом, исключается распространение запаха. Но нужно предусмотреть меры по взрывозащите из-за скопления метана.

На рис. 3 представлена структурная схема [1] устранения запаха на очистных сооружениях г. Ижевска. На данный момент в помещениях решеток и в цехе механического обезвоживания очистка воздуха осуществляется не должным образом [3] – на эти элементы схемы мы и хотим обратить внимание.

До реконструкции в здании решеток схема организации воздухообмена была сверху вниз, после реконструкции, организация стала снизу вверх, тем самым сильнее отводя неприятные запахи от решеток (рис. 4).



Рис. 2. Плавающее перекрытие на первичном отстойнике

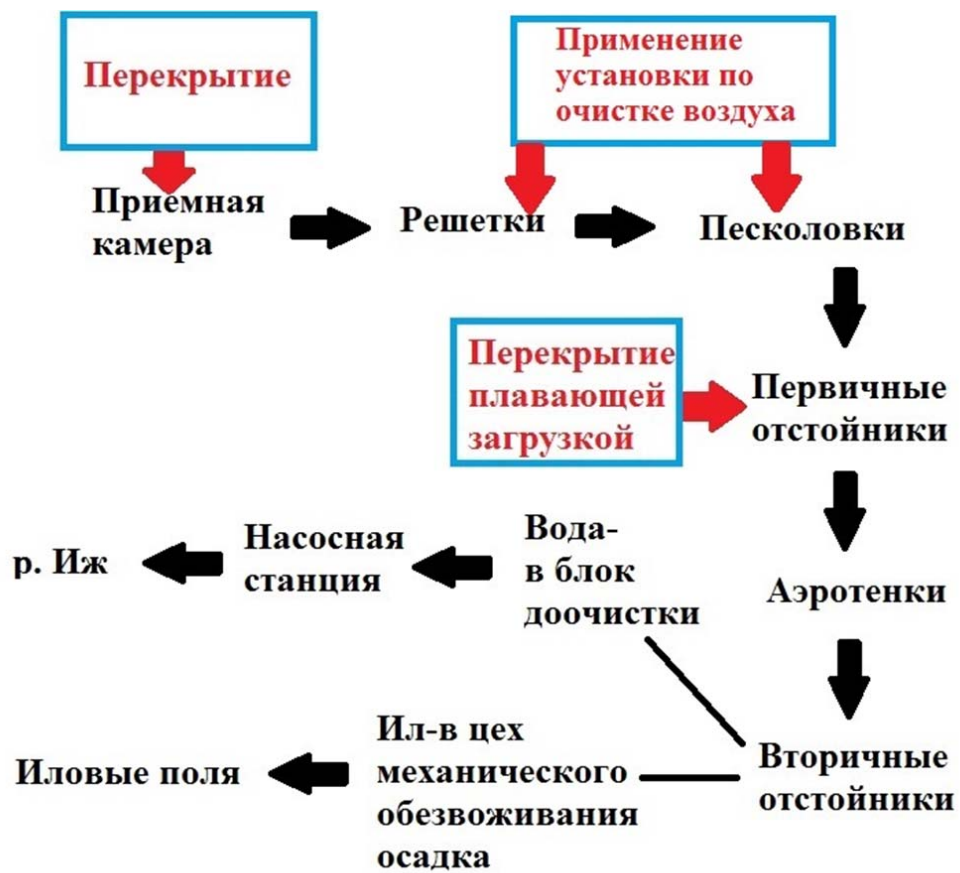


Рис. 3. Структурная схема устранения запаха на ОСК г. Ижевска

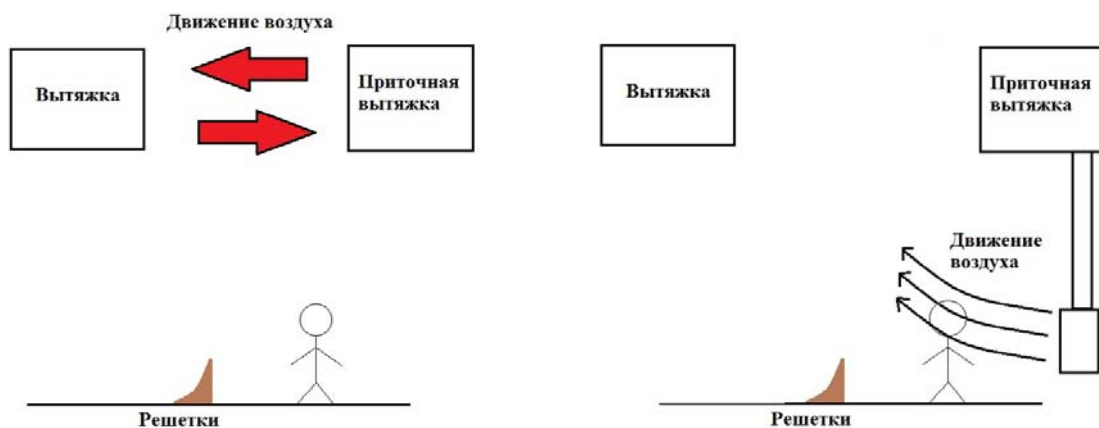


Рис. 4. Схема организации воздухообмена до и после реконструкции

При выезде на объект и детальном исследовании были выявлены следующие недостатки.

1. В цехе механического обезвоживания устаревшее оборудование, а именно: ржавые, потерявшие свою целостность и функциональную пригодность воздуховоды и старое оборудование.

2. В цехе решеток смонтирована новая система вентиляции. Но она не справляется в полной мере с устранением запахов.

Устранение запаха в здании решеток предлагается за счет установки в приточную ветвь угольного фильтра.

В здании ЦМО предлагается полностью переделать систему вентиляции:

1. Пересчитать воздухообмен согласно санитарным нормам.
2. Подобрать новое приточно-вытяжное оборудование, дополнив его угольным фильтром на приточной ветви.

Многолетняя практика использования угольных фильтров показывает, что они малоэффективны при очищении воздуха от пыли. Однако фильтр показывает наилучшие результаты при очистке воздуха от запахов и летучих веществ органического происхождения.

Именно угольный фильтр для вентиляции способен эффективнее своих аналогов устранять из окружающих воздушных масс как летучие, так и полупле-

тучие органические соединения. Это возможно благодаря способности угля поглощать своими порами молекулы, составляющие газы.



*Рис. 5. Угольный фильтр*

К преимуществам угольных фильтров относится также способность поглощения вредных газов, возможность их применения как дополнительного оборудования к иным видам воздухоочистителей. Отрицательные качества – такой фильтр не может улавливать пылевые частицы и аллергенные вещества.

#### **Фильтрующий материал**

Карман угольного фильтра формируется из 3 слоев: первый слой – пылевой предфильтр (класс очистки от  $F7$  до  $F9$  определяется классом фильтра), необходим для защиты адсорбционного слоя непосредственно от пыли; второй слой состоит из нетканого волокнистого сорбционного материала на основе активированного угля; третий слой представляет собой спандбонд, армирующий угольный слой, препятствующий его осыпанию и разрушению.

#### **Вывод**

Организация правильного воздухообмена, установка соответствующего предложенного нами вентиляционного оборудования способны значительно снизить уровень неприятного запаха в помещении. Тем самым мы создадим комфортные условия для рабочих очистных сооружений.

## Список литературы

1. *Федорова, О. Л.* Обзор технологий по доочистке сточных вод городских поселений : Техничко-экономическое сравнение вариантов с точки зрения реконструкции сооружений биологической доочистки сточных вод на ОСК г. Ижевска // Математические модели и информационные технологии в организации производства. 2015. № 2. С. 126–129.
2. *Федорова, О. Л.* Очистка сточных вод на промышленных предприятиях г. Ижевска // Математические модели и информационные технологии в организации производства. 2015. № 3. С. 130–132.
3. *Свалова, М. В.* Рациональное использование водных ресурсов и очистка сточных вод / М. В. Свалова, О. Л. Федорова // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов «Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения». М., 2016. С. 185–187.
4. *Федорова, О. Л.* Обзор вариантов устранения запахов на сооружениях механической очистки ОСК // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике. М., 2016. С. 97–99.
5. *Свалова, М. В.* Утилизация неприятных запахов на ОСК / М. В. Свалова, Е. А. Гринько, О. Л. Федорова // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. М., 2017. С. 248–249.
6. *Свалова, М. В.* Устранение запаха органических отходов / М. В. Свалова, Е. А. Гринько, О. Л. Федорова // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. М., 2017. С. 215–217.



*Демина Е. М., магистрант, Elza.demina@mail.ru*

*Гольцова О. Б., доктор технических наук, доцент кафедры «САУК»*

*ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»*

## **Поддержка принятия решения по управлению процессом анализа для разработки информационной системы**

*Статья посвящена анализу и разработке модели поддержки принятия решения по управлению процессом анализа. В ходе выполнения работы авторами были решены следующие задачи:*

- проведено исследование процесса анализа, входящего в состав жизненного цикла проектирования и разработки информационной системы; анализ требований и на его управление;*
- предложена модель, решающая противоречия при организации деятельности по созданию проектов в ИТ-компаниях.*

**Ключевые слова:** анализ, модель, поддержка принятия решения, требования, информационная система.

В век быстро развивающихся технологий применяемые сегодня средства и методы становятся не актуальным завтра. Особенно эта тенденция отражается на ИТ-индустрии, где каждая компания в конкурентной борьбе предлагает все новые и новые методы решения задач человечества.

В таких условиях появляется острая необходимость в сокращении цикла разработки и времени выхода на рынок (*time to market*). Однако только лишь этот показатель – время выхода на рынок – не дает достаточного преимущества. Стратегической целью становится время выхода на рынок с «правильным» продуктом (*time to market with the right product*) [1].

Для осуществления выпуска такого продукта необходимы четко сформулированные и согласованные требования.

Требования являются основой для любого проекта. Они определяют те потребности «заинтересованных сторон» (*stakeholders*) – пользователей, потребителей, поставщиков, разработчиков и самого бизнеса, которые являются для них необходимыми, а также тот функционал, которым система должна впоследствии обладать, чтобы удовлетворить эти потребности [1].

Выявление, формирование, формализация требований – задачи, которые во многом определяют успех всего проекта, поскольку именно они влияют на все остальные этапы. Практика показывает, что ошибки в определении требований приводят к затратам, составляющим 25-40 % бюджета проекта разработки в целом [2].

Для исключения подобного рода ошибок в начале выполнения работ рекомендуется задокументировать этапы выявления, анализа, определения и проверки требований. Наличие инструкций по выполнению ключевых операций поможет аналитикам качественно и согласованно выполнить их работу [3].

При этом процесс работы с требованиями будет содержать этапы в зависимости от поставленных целей, сроков и желаемых результатов выполнения работ. Тем самым формирование единого плана выполнения анализа требований нерентабельно в связи с неоднозначным множеством ограничений, что, в свою очередь, приводит к рассмотрению задачи принятия решения.

С учетом вышеизложенного концептуальная модель управления процессом анализа требований будет содержать систему поддержки принятия решений (рисунки).

Система включает: подсистемы «Заказчик» В1, «Команда проекта» В2, «Управляющий орган» В2. Все они непосредственно влияют на результат выполнения анализа требований и взаимодействуют между собой в рамках выполнения приведенных ниже процессов.

Первый процесс – А1 – процесс первичного анализа требований. С этой целью:

- 1) заказчиком предоставляются требования к информационной системе;
- 2) присваиваются каждому из требований показатели;
- 3) осуществляется поиск соответствия показателей у этапов плана работы с требованиями и выбор шагов для анализа требований.

Второй процесс – А2 – внедрение сформированного плана работы с требованием.

Третий процесс – А3 – реализация плана работы с требованием в процесс анализа требований, где посредством работы аналитических групп оцениваются сроки и трудоемкость реализации процесса.



Концептуальная модель управления процессом анализа требований

Учитывая влияние факторов на процесс анализа требований, можно отследить взаимосвязь показателей и этапов процесса и тем самым повысить качество планирования процесса.

Постоянный мониторинг выполнения процесса анализа требований и правильное его планирование являются очень важными факторами, позволяющими:

- сократить время выполнения задач;
- контролировать процесс выполнения задач;
- управлять процессом анализа требований.

«Управлять – значит вести предприятие к его цели, извлекая максимальные возможности из всех имеющихся в его распоряжении ресурсов» (Анри Файоль).

### **Список литературы**

1. *Халл Элизабет*. Разработка и управление требованиями / Халл Элизабет, Джексон Кен, Дик Джереми ; пер. Корнипаев Илья. 2-е изд. USA : Gray Publishing, 2005. 229 с.
2. *Леффингуэлл Дин*. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход / Леффингуэлл Дин, Уидриг Дон. М. : Вильямс, 2002. 448 с.
3. *Вигерс, К.* Разработка требований к программному обеспечению : пер. с англ. / К. Вигерс, Д. Битти. 3-е изд., доп. М. : Русская редакция ; СПб. : БХВ-Петербург, 2014. 736 с.

*Е. А. Долгих*, магистрант, katedolgikh@mail.ru

*А. В. Митрофанов*, магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Выбор наиболее эффективного варианта использования энергии нефтяного месторождения для отопления мобильных бытовых сооружений**

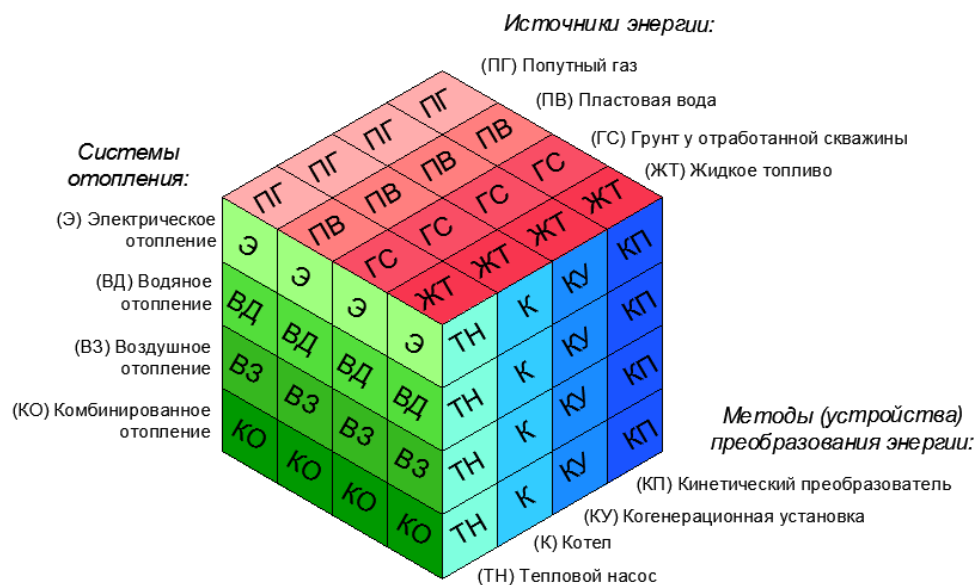
*Обсуждаются возможности использования нетрадиционных источников энергии в условиях удаленных нефтяных месторождений для отопления мобильных бытовых сооружений. Варианты решений проблемы представлены в виде трехмерной таблицы. Рассмотрены особенности некоторых рациональных вариантов, их достоинства и недостатки.*

**Ключевые слова:** мобильные бытовые сооружения, система отопления, возобновляемые источники энергии.

Нефтяные месторождения, как правило, сильно удалены от мест проживания людей. В связи с этим становится актуальным строительство временного жилья. Мобильные бытовые сооружения служат в качестве жилых помещений на удаленных объектах, где используется вахтовый метод работы. Так как эти объекты удалены также и от традиционных источников энергии, встает вопрос о способе обеспечения комфортного микроклимата, и в первую очередь отопления в данных сооружениях [1]. Важным аспектом при этом является проблема энергосбережения. Для выбора оптимального варианта системы теплоснабжения и структурирования возможных систем используется таблица вариантов с тремя входами [2], представленная на рисунке.

Осями таблицы являются три основные составляющие системы теплоснабжения:

- источники энергии;
- методы (устройства) преобразования энергии;
- системы отопления.



Трехмерная таблица вариантов преобразования энергии нефтяного месторождения для энергоснабжения мобильного бытового сооружения

Комбинация этих составляющих дает нам 64 варианта системы тепло-снабжения. Вероятно, не все из них окажутся рабочими, но данный метод позволит шире взглянуть на проблему и, возможно, найти новые пути ее решения.

Рассмотрим некоторые представляющиеся наиболее рациональными на сегодняшний день варианты.

ГС ТН ВД (грунт + тепловой насос + водяное отопление) – система водяного отопления, использующая энергию грунта у отработанной скважины. Функционирование системы происходит за счет переноса теплоты от низкопотенциального источника теплоты (грунта с температурой 8-20 °С) к высокопотенциальному теплоносителю (воде системы отопления с температурой 60-95 °С) при помощи теплового насоса. Трубопровод для отбора тепла у грунта, в котором циркулирует теплоноситель, помещается на глубину 0,3-0,5 м ниже уровня промерзания грунта в данном регионе. На практике это значение может быть уве-

лично до 0,7-1,2 м ниже уровня промерзания грунта. Производители рекомендуют между трубами коллектора оставлять расстояние 1,2-1,5 м. При использовании данного способа бурение не требуется, однако данные системы занимают большую площадь, и трубопровод в земле более подвержен риску повреждения. Эффективность такая же, как при отборе тепла из скважины. Подготавливать почву для размещения в ней труб коллектора не требуется, однако эффективность отбора тепла у грунта будет выше, если грунт будет влажным. В сухих грунтах длина коллектора увеличивается. Ориентировочное значение тепловой мощности, приходящейся на 1 м трубопровода: в глине – 50-60 Вт, в песке – 30-40 Вт для умеренных широт, в северных районах значения меньше. Таким образом, для установки теплового насоса производительностью 10 кВт необходим земляной контур длиной 350-450 м, для укладки которого потребуется участок земли площадью около 400 м<sup>2</sup> (20×20 м) [3]. Преимущества данного решения – экологичность, замкнутость системы, отсутствие затрат на источник энергии, безопасность. Недостатки – высокие капитальные затраты, большая занимаемая площадь, материалоемкость, ограничения, связанные с работой теплового насоса (перепад температур между источником низкопотенциальной энергии и теплоносителя системы отопления), низкий КПД (порядка 60-80 %).

ПГ К ВЗ (попутный газ + котел + воздушное отопление) – система воздушного отопления, использующая в качестве источника энергии теплоту сжигания попутного нефтяного газа, вырабатываемого на месторождениях нефти. Данное решение позволяет для снижения затрат на эксплуатацию мобильных бытовых сооружений использовать попутный нефтяной газ, вырабатываемый в процессе добычи нефти, что будет как решением проблемы энергоэффективности, так и экологической проблемы, так как большая часть нефтяного попутного газа будет утилизироваться на нужды теплоснабжения объектов. К недостаткам системы относится то, что для использования попутного нефтяного газа в целях теплоснабжения перед его сгоранием в котельных установках необходима его очистка от примесей и его последующая осушка, что усложняет систему и делает ее более дорогой. Преимущества – низкая инерционность систе-

мы, равномерность обогрева помещения, высокий КПД (порядка 80-95 %). Недостатки – более высокие затраты теплоты вследствие нагрева холодного наружного воздуха, меньшая надежность системы.

ЖТ К КО (жидкое топливо + котел + комбинированное отопление) – наиболее распространенная система, при которой отопление осуществляется за счет выработки тепловой энергии от сжигания топлива в котлах. Преимущества – изученность данной системы, ее доступность, простота, высокая тепловая мощность, высокая температура теплоносителя (в сравнении с тепловыми насосами), независимость от месторасположения и климатических условий (в отличие от вышеперечисленных вариантов), высокий КПД, достигающий 95 %. Недостатки – высокая стоимость топлива, низкая экологичность.

Все полученные 64 варианта решения подлежат детальному рассмотрению и отбору. Возможные сочетания будут оцениваться по нескольким факторам: стоимость материалов и оборудования, необходимых для самой системы и для поддержания ее работы, простота монтажа и эксплуатации системы, характеристики микроклимата на выходе из системы, экологичность системы и др. В итоге после отбора останется несколько наиболее перспективных вариантов, которые необходимо будет изучить более детально (например, построить модель системы), чтобы выбрать наиболее эффективный и экономичный.

### Список литературы

1. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Пасяда Н.И., Денисова И.В. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России / под ред. д.э.н., проф. А.Н. Асаула. – СПб.: Гуманистика, 2005. – 563 с.

2. Пушкарева Т.А. Морфологический анализ способов теплоснабжения жилого дома // Наука. Технологии. Инновации: материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 11 ч. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – Ч. 5. – С. 42–44.

3. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.



*М. С. Гильманова*, ассистент

*Е. А. Долгих*, магистрант, katedolgikh@mail.ru

*А. В. Митрофанов*, магистрант; *М. В. Гаврилова*, магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Параметрический анализ эффективности системы обеспечения микроклимата мобильных бытовых сооружений**

*Проведен анализ эффективности системы обеспечения микроклимата мобильных бытовых сооружений, а именно: рассмотрены различные типы источников теплоты, приведена система обеспечения микроклимата мобильных бытовых сооружений, рассмотрена эффективность работы различного теплообменного оборудования системы теплоснабжения, на основе чего произведена оценка той или иной схемы теплоснабжения.*

**Ключевые слова:** мобильные бытовые сооружения, параметрический анализ, система отопления, возобновляемые источники энергии во временном жилье.

Мобильные бытовые сооружения используются как временное жилье на объектах, на которых применяется вахтовый метод работы. Отличительной особенностью этих объектов является удаленность от традиционных источников энергии, используемых в системах обеспечения микроклимата обычных зданий. Наиболее часто для отопления мобильных бытовых сооружений в этих условиях используется электроэнергия, вырабатываемая на объекте и имеющая высокую стоимость.

Для снижения затрат на эксплуатацию мобильных бытовых сооружений в этих условиях целесообразно использовать доступные источники низкопотенциальной теплоты для теплонасосных установок или возобновляемые природные источники [1].

Источники теплоты:

- высокотемпературные, обеспечивающие температурный график 95/70 °С и выше (котельные с жидким топливом, котельные на попутном газе, газоздушные агрегаты, когенерационные установки, электрокотлы, котельные на твердом топливе);
- низкотемпературные с максимальной температурой теплоносителя ниже 70 °С:
  - грунтовые тепловые насосы в отработанных скважинах;
  - тепловые насосы, использующие теплоту пластовой воды, воды, используемой для нагрева нефти;
  - солнечная энергия;
  - энергия ветра;
  - канализационный теплоутилизатор (энергия канализационных и сточных вод);
  - геотермальная энергия;
  - тепловые насосы по циклу воздух – вода, где в качестве источника энергии используется воздух, а теплоносителем является вода;

Структура системы обеспечения микроклимата [4] в мобильном бытовом сооружении представлена на рис. 1.

Мобильные бытовые сооружения следует рассматривать как сложную систему, состоящую из подсистем: «источник теплоснабжения», «система отопления», «вентиляция», «кондиционирование», «водоснабжение», «электрообеспечение». Каждый компонент системы, каждая подсистема, входящая в систему «Мобильное бытовое сооружение», участвует в постоянном взаимодействии с внешней средой и с другими подсистемами.

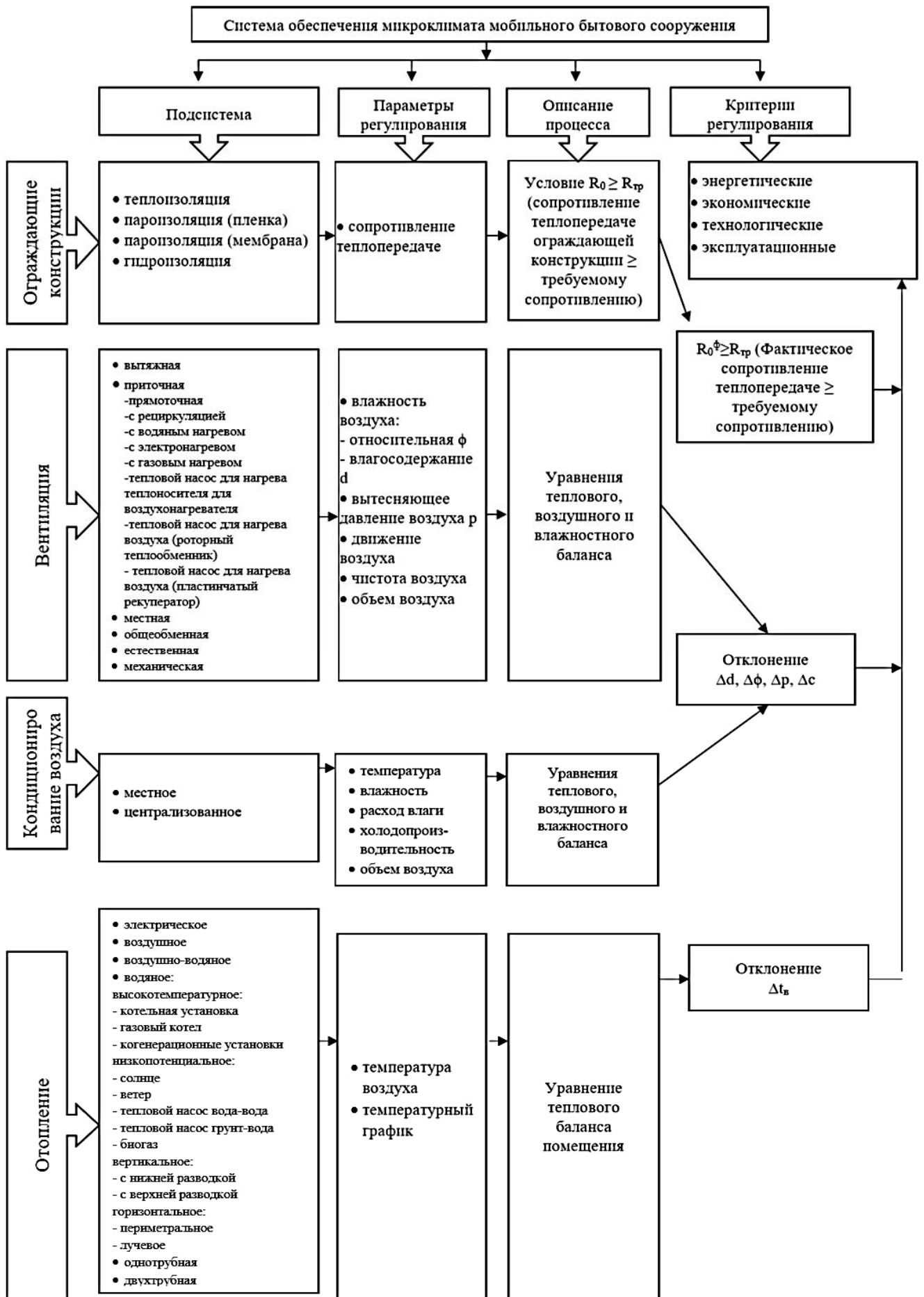


Рис. 1. Структура системы обеспечения микроклимата мобильного бытового сооружения

Насколько эффективно влияние отдельной подсистемы на мобильное бытовое сооружение в целом можно оценивать по следующим критериям [2]:

1. Комфорт.
2. Энергетические характеристики.
3. Ресурсоемкость, связанная с возведением здания.
4. Эксплуатационные характеристики.
5. Экономичность.
6. Воздействие на окружающую среду (в том числе негативное).

Перечисленные параметры (разнородные как по сущности, так и по размерности) зависят от большого количества факторов, что усложняет процесс оценки альтернативных решений.

На первоначальном этапе необходимо определить параметрические группы факторов и сравнить эффективность работы теплообменного оборудования системы теплоснабжения по всем значимым факторам (рис. 2.).

Среди большого количества схем обеспечения микроклимата мобильного бытового сооружения следует выделить:

1. Электрическое отопление.
2. Водяное отопление.
3. Воздушное отопление.
4. Комбинированное воздушно-водяное отопление.

В таблице приведено сравнение перечисленных схем по факторам [3], обеспечивающим комфортность в помещении мобильного бытового сооружения.



Рис. 2. Параметры и факторы оценки систем теплоснабжения

### Режимные и энергетические факторы систем отопления

Фактор	Электрическое отопление	Водяное отопление	Воздушное отопление	Комбинированное воздушно-водяное отопление
Стабильность при изменении скорости, расхода и давления	Стабильно	Недостаточно стабильно (если система не автоматизирована, происходит ее разрегулировка)	Недостаточно стабильно (если система не автоматизирована, происходит ее разрегулировка)	Недостаточно стабильно (если система не автоматизирована, происходит ее разрегулировка)

Фактор	Электрическое отопление	Водяное отопление	Воздушное отопление	Комбинированное воздушно-водяное отопление
Адаптация к изменению нагрузки	Да (возможна путем регулирования напряжения электрического тока)	Да (возможна путем регулирования параметров теплоносителя)	Да (возможна путем регулирования параметров теплоносителя)	Да (возможна путем регулирования параметров теплоносителя)
Температура теплоносителей	–	90-150 °С	30-70 °С	30-70 / 90-150 °С
Теплопотери	Отсутствуют	≈10 % от тепловой нагрузки (зависит от толщины слоя изоляции труб, потерь тепла теплообменного оборудования)	Незначительные (зависит от толщины слоя изоляции воздухопроводов, герметичности воздухопроводов, потерь тепла теплообменного оборудования)	≈10% от тепловой нагрузки (зависит от толщины слоя изоляции труб, от толщины слоя изоляции воздухопроводов, герметичности воздухопроводов, потерь тепла теплообменного оборудования)
Гидравлическое сопротивление	–	Значительное (зависит от протяженности системы и местных сопротивлений отдельных элементов)	Значительное (зависит от протяженности системы и местных сопротивлений отдельных элементов)	Значительное (зависит от протяженности системы и местных сопротивлений отдельных элементов)
Применение теплоизоляции	Не требуется	Обязательно	Обязательно	Обязательно

Фактор	Электрическое отопление	Водяное отопление	Воздушное отопление	Комбинированное воздушно-водяное отопление
Время монтажа	Незначительное	Значительное	Значительное	Значительное
Ограничение по габаритам	Не требуют большого пространства, органично вписываются в строительные конструкции	Требует достаточного пространства	Воздуховоды широкие и узкие, так как монтируются под потолком и в стенах. Некоторые элементы системы требуют значительного пространства	Требуют значительного пространства
Затраты на монтаж	Небольшие	Значительные	Значительные	Значительные
Соединение при сборке		Сварное	Фланцевое, сварное	Фланцевое, сварное
Доступность для внутреннего осмотра, чистки и ремонта	нет	да	да	да
Работа при низких температурах	да	да	да	да
Ресурс до капитального ремонта	15-20 лет	10-15 лет	25-40 лет	10-15 лет
Вода – вода	Не применяется	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая

Фактор	Электрическое отопление	Водяное отопление	Воздушное отопление	Комбинированное воздушно-водяное отопление
Грунт – вода	Не применяется	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая	Есть возможность использования, но эффективность работы невысокая
Воздух – воздух	Не применяется	Не применяется	Есть возможность использования, но эффективность работы низкая в холодное время года	Есть возможность использования, но эффективность работы низкая в холодное время года

### Список литературы

1. Палагин, А. В. Управление системой тепло-холодоснабжения здания на альтернативных источниках энергии / А. В., Палагин Е. В. Корепанов // Интеллектуальные системы в производстве. 2015. № 1. С. 152–156.
2. Палагин, А. В. Сравнение систем естественного освещения зданий по функционально-энергетическим факторам / А. В., Палагин А. И. Стерхов, Е. В. Корепанов // Интеллектуальные системы в производстве. 2014. № 2 (24). С. 191–194.
3. Шадрин, И. К. Параметрический анализ эффективности теплообменного оборудования в системах теплоснабжения / И. К. Шадрин, Е. В. Корепанов // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 1 (28). С. 90–95.
4. Некротюк, А. В. Структура системы обеспечения микроклимата рабочего места монтажника радиоаппаратуры / А. В. Некротюк, Е. В. Корепанов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Т. 16, № 4. С. 42–51.



*Д. А. Загребин*, магистрант, zagrebind3nis@gmail.com

*Э. В. Алиев*, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Модель оценки делового климата региона**

*Предлагается проект, цель которого – предоставить лицу, принимающему решения, инструменты, позволяющие оценивать и эффективно улучшать деловой климат. Ответственным лицам, осуществляющим государственную политику, необходим единый численный показатель, способный оценивать текущее состояние. Существенное отличие данной модели от аналогичных решений – возможность объективно оценивать деловой климат региона.*

**Ключевые слова:** деловой климат, индекс, показатель, рейтинг, цифровой ресурс.

На сегодняшний день ряд организаций публикуют свои оценки предпринимательского климата в России. Суть этих исследований такова. Группе предпринимателей задают вопросы о том, как они оценивают разные стороны жизни бизнеса, такие как кадровая политика, налоги, продажи, финансирование и т. д. Если верить публикуемым данным, то предпринимательский климат стабильно улучшается, а экономика переходит в фазу восстановления. С первого взгляда может показаться, что всё хорошо, если бы не одна маленькая деталь: распространенные на российском рынке методики по оценке делового климата зачастую не учитывают голоса предпринимателей, которые затрудняются ответить на вопрос о будущем своего предприятия. С одной стороны, такими же подходами пользуются и за рубежом, например, институт IFO в Германии; однако экономическая ситуация в более развитых странах позволяет бизнесменам да-

вать более точные прогнозы, и доля предпринимателей, затрудняющихся ответить, там стабильно мала. Что касается России, то практически каждый пятый предприниматель отказывается прогнозировать будущее своей компании на ближайший год [1].

Деловой климат, как его определяет Donor Committee for Enterprise Development, представляет собой совокупность политических, правовых, институциональных и нормативных условий, регулирующих деловую активность (рисунок).



Деловой климат

Функциональные области реформирования делового климата включают [2]:

- упрощение процедур регистрации и лицензирования бизнеса;
- совершенствование налоговой политики и администрирования;
- обеспечение лучшего доступа к финансам;
- совершенствование трудового законодательства;
- повышение эффективности деятельности органов самоуправления;
- улучшение земельных прав, реестров и управления земельными ресурсами;
- упрощение и ускорение дел коммерческого судопроизводства и альтернативных механизмов разрешения споров;
- улучшение доступа к рыночной информации.

Несмотря на привлекательность представленных в показателях идей [3], многие из них страдают недостаточной практикоориентированностью. Кроме того, имеется ряд противоречий между лицами, которые участвуют в формировании предпринимательского климата с заинтересованными лицами. Например, социально ориентированное трудовое законодательство осложняет «жизнь» предпринимателей, а государственно-частный диалог не снимает ответственности государства за состояние его хозяйствующих субъектов и в ряде случаев может свидетельствовать о слабости позиций управленческого аппарата.

С налоговой политикой не на много проще. Основная задача налоговой системы – не давать излишне укрепляться олигархическим структурам, чтобы те не подменяли собой государственное управление. С другой стороны, если сделать налоговую систему излишне динамичной, то она потеряет свою эффективность. На наш взгляд не следует пытаться объять необъятное и включать в предпринимательский индекс все стороны развития государства, достаточно самых ключевых позиций. Ответственным лицам, осуществляющим государственную политику, необходим единый численный показатель, способный, с одной стороны, оценивать и сравнивать текущее состояние, с другой – адекватно отражать условия, в которых функционируют рядовые хозяйствующие субъекты и физические лица.

Основные показатели, которые могут быть объективно оценены численно, выглядят следующим образом (табл. 1).

*Таблица 1. Система показателя оценки предпринимательского климата*

Наименование показателя	Размерность	Источник	Разработчик показателя	Направление улучшения
<u>Покупательная способность и спрос</u>				
<u>Удельный вес продуктов питания в структуре потребительских расходов домохозяйств</u>	%	<u>Органы статистики</u>	<u>Евростат</u>	↓
<u>Коэффициент Джини</u>	<u>От 0 до 1</u>	<u>Органы статистики</u>	<u>ВБ</u>	↓
<u>Налоги и торговые тарифы</u>				
<u>Объем налоговых доходов центрального бюджета, % к ВВП</u>	%	<u>Органы статистики,</u> <u>Всемирный банк</u>	<u>ВБ</u>	↓
<u>Административное воздействие государства</u>				
<u>Время, необходимое для создания нового предприятия</u>	<u>Дни</u>	<u>ВЭФ</u>	<u>ВЭФ</u>	↓

Подчеркнем, что основной целью было включение не всех показателей, а только наиболее чувствительных, а также постарались учесть интересы заинтересованных сторон. Далее приводятся данные [4, 5] численного эксперимента и соответствующая интерпретация результатов комплексного показателя (табл. 2).

Исходя из полученных результатов видно, что предпринимательский климат в России улучшается. Наиболее сильный рост продемонстрировал показатель 4: по сравнению с 2006 г. время, необходимое для создания предприятия, уменьшилось больше чем в 3 раза.

Таблица 2. Индекс делового климата

			База	
	2006	2010	2014	2018
П1	42,71	37,97	36,51	37,46
П2	0,415	0,421	0,416	0,411
П3	20	17,8	13,9	11,8
П4	33	30	15	10,1
	2006	2010	2014	2018
П1	1,169816	1,039989	1	1,02602
П2	0,997596	1,012019	1	0,987981
П3	1,438849	1,280576	1	0,848921
П4	2,2	2	1	0,673333
<b>ИДК</b>	<b>1,386365</b>	<b>1,281336</b>	<b>1</b>	<b>0,87247</b>

В дальнейшем планируется проверка адекватности на примере различных по структуре национальных экономик.

#### Список литературы

4. *Ольга Стасевич.* Традиции бизнеса. Почему деловой климат в России ухудшается. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/353611-tradicii-biznesa-pochemu-delovoy-klimat-v-rossii-uhudshaetsya> (дата обращения 15.04.2019).

5. *Zoltán J. Ács, László Szerb, Ainsley Lloyd* Global Entrepreneurship Index. The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2017.

6. *Annabell Kreuzer, Katharina Mengede, Alexandra Oppermann, Mariella Regh* Guide for Mapping the Entrepreneurial Ecosystem. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2018.

7. A World Bank Group Doing business report – 2019. URL: <http://www.doingbusiness.org/en/reports/global-reports/doing-business-2019> (дата обращения 10.04.2019);

8. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 21.04.2019).

УДК: 663.885

*А. В. Колотова*, бакалавр, [anna\\_kolotova@iCloud.com](mailto:anna_kolotova@iCloud.com)

*А. А. Данилова*, старший преподаватель кафедры «САиУК»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Бутылка для воды с числовым счетчиком**

*Данная статья связана с разработкой конструкции бутылки для воды со счетчиком, считающим количество выпитой жидкости. Здесь рассмотрены назначение и аналоги бутылок со счетчиками с их преимуществами и недостатками. Проведен сравнительный анализ данного продукта и разработана оптимальная конструкция изделия, в котором учтены недостатки аналогов, а также представлена схематичная модель.*

**Ключевые слова:** бутылка, счетчик, вода, дегидратация.

Жизнь без воды невозможна. Человек состоит из нее примерно на 65-70 %, ему следует выпивать в день по 1,5-2 л воды, иначе будет чувствоваться недомогание. Состояние, когда в организме возникает дефицит воды, называется дегидратацией. В результате дегидратации кровь человека становится более густой, что замедляет скорость доставки кислорода и питательных веществ к тканям. При этом органы человека начинают работать хуже. Мы чувствуем усталость, нас тянет в сон, но прежде всего, мы испытываем жажду [1]. Чтобы это предотвратить, необходимо в день мы выпивали не менее 1,5 л. Однако следить за ее количеством бывает непросто, поэтому бутылка со счетчиком будет отличным вариантом для контроля.

Темой данной статьи является разработка бутылки для воды, в которую будет встроен счетчик для подсчета количества выпитой жидкости с функцией ручного сброса значений, чтобы следить за дневной нормой выпитого. Данный

продукт может быть полезен не только людям, но и спортсменам, которые следят за своим здоровьем. Задачам исследования – изучение рынка бутылок для воды – мерных, со счетчиками и т. п.; предмет исследования – модификация бутылки для воды посредством установки в нее счетчика.

Бутылка для воды – это емкость, в которой хранится вода, жидкости или другие напитки для потребления. Все мы нуждаемся в воде, и каждый из нас выбирает для себя более удобную форму ее потребления. Конечно, когда мы находимся дома, не составит труда выпить необходимое количество жидкости, так как она находится в доступности. Но на улице, по дороге на работу, в университет, в школу нам нужно, чтобы с собой всегда была бутылочка с водой. Существует большой выбор разновидностей емкостей для воды. Их можно охарактеризовать по определенным признакам: объем (0,3, 0,5, 0,7, 1 л и т. д.); форма (круглая, прямоугольная, зауженная в середине); вид материала (пластик, стекло); по типу использования (одноразовые, многоразовые); с дополнительными функциями (встроенное двойное дно [2], счетчик, фильтр, трубочка).

Таким образом, среди всего многообразия бутылок каждый выбирает для себя по своим личным критериям. Рассмотрим более подробно бутылки со счетчиком.

На сегодняшний день существует несколько видов бутылок с данной характеристикой. Рассмотрим их достоинства и недостатки.

Бутылка «999BOTTLES» [3] – многоразовая бутылка со счетчиком объемом 0,75 л изготовлена полностью из нержавеющей стали, дно и вращающиеся кольца выполнены из резины, защищающие стальное дно от внешних повреждений и обеспечивающее лучшее удержание бутылки в руке. Принцип работы состоит в повороте бутылки поворачиваем кольца для подсчета выпитого количества жидкости. Главным плюсом является материал, так как нержавеющая сталь – это долговечный и надежный металл, но есть недостатки – ручное переключение и большой вес по сравнению с пластиковыми моделями.

Бутылка «Dot» – бутылка для воды со счетчиком от Joseph Joseph [4]. Каждый раз, когда бутылка наполняется, на крышке появляется новая точка. Бу-

тылка изготовлена из прозрачного пластика, что позволяет видеть количество воды, а крышку можно выбрать любого цвета. Также можно выбрать объем: 400 или 600 мл. Плюсом данной модели является яркий дизайн, а также малогабаритные размеры, небольшой вес и автоматическое переключение точек. Недостатком данной бутылки является отсутствие цифрового значения выпитого объема.

Проанализировав разновидности бутылок со счетчиком, мы приняли во внимание достоинства и недостатки моделей существующих на рынке, и на основании выводов предлагаем конструкцию бутылки с числовым счетчиком.

Внешний вид товара – это один из важнейших критериев, по которому его выбирает потребитель, поэтому в ходе разработки формы бутылки было уделено достаточно внимания ее внешнему виду.

Разрабатываемый продукт выглядит как обычная спортивная бутылка, за исключением крышки с встроенным счетчиком и установленным в ней циферблатом. В крышку установлен механизм кручения с обратным клапаном, таким образом, когда человек пьет, счетчик крутится и цифры на циферблате меняются, а обратный клапан не позволит воде идти в обратную сторону (например, при пополнении бутылки), не давая возможности крутиться счетчику в обратную сторону.

Бутылка имеет объем 400 мл, овальную прозрачную форму, зауженную в середине, и цветные резиновые накладки в месте сужения формы во избежание скольжения в руке. Съемная пластиковая крышка также имеет овальную форму.

Внешний вид бутылки представлен на рисунке.

Для потребителя важна простота в использовании продукта, поэтому в ходе анализа аналоговых образцов была разработана максимально удобная и понятная для потребителя конструкция.

Крышка бутылки будет откручиваться полностью так, чтобы горлышко было равно диаметру бутылки для ее наиболее легкого и удобного наполнения.





Бутылка для воды с встроенным счетчиком

Цифры на циферблате будут вращаться только в том случае, если человек пьет воду (счетчик, установленный внутри крышки, вращается, и наверху крышки на циферблате отображается количество выпитой жидкости в литрах).

Сбоку крышки находится кнопка обнуления счетчика, чтобы каждый день, неделю, месяц и т. д. отслеживать гидратацию.

В ходе проведенного исследования был изучен рынок бутылок для воды, выделены товары-аналоги и произведено их аналитическое сравнение, которое легло в основу разработки улучшенного товара. Результатом работы стала разработка конструкции бутылки для воды с встроенным счетчиком с функцией моментального обнуления.

Перспективы дальнейшей работы над проблемой можно увидеть в более детальной проработке конструкции модифицированной бутылки со счетчиком и адаптации изделия к рынку аналогов. В будущем планируется создание опытного образца.

### Список литературы

1. URL: <https://the-challenger.ru/eda/kak-pravilno-eda-new/nuzhno-li-pit-mnogo-vody/> (дата обращения: 31.03.2019).
2. Пластиковая бутылка с двойным дном / А. И. Гребенкина, Е. М. Демина, Р. И. Габтуллина, А. А. Будина, А. А. Данилова // Выставка инноваций – 2014 (осенняя сессия) : электронное научное издание : сборник тезисов докладов XVIII Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. С. 15–17.
3. URL: <https://www.gearshout.net/999bottles-krasivaya-mnogorazovaya-butyilka-s-schetchikom/> (дата обращения: 31.03.2019).
4. URL: <http://www.breadsalt.ru/news/butyilka-dlya-vody-so-schetchikom/> (дата обращения: 31.03.2019).

*А. И. Королева*, студент; *С. В. Велькова*, студент  
*О. Л. Симченко*, преподаватель  
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Применение вторично переработанного сырья как важнейшее направление обеспечения эффективного производства и ресурсосбережения**

*Освещается тема использования вторично переработанного сырья и влияния данного действия на экономическую эффективность производства, производительность, расход ресурсов и энергии. Упомянуты стратегии управления производством, способствующие оптимизации процессов и минимизации затрат. Даны формулы для оценки экономических показателей производства. Приведены примеры влияния использования различного вторсырья в составе продукции на расход материалов и энергетических ресурсов.*

**Ключевые слова:** промышленное производство, строительное предприятие, вторичная переработка, эффективность строительного производства, коэффициент эффективности.

Одной из характерных черт научно-технической революции XX века является появление промышленного производства. По мере его развития при увеличении количества предлагаемых товаров на рынке в условиях конкуренции и спроса для большинства предприятий становится актуальным вопрос о дополнительных ресурсах для создания продукции и уменьшения затрат на их производство. В свою очередь, отмечается сокращение природных ресурсов, что в большинстве своих случаев приводит к удорожанию продукции.

Существует необходимость разработки направлений, связанных с эффективным функционированием современных компаний. Для этого необходимо

провести полное исследование структурной технологии производства, выяснить коэффициенты эффективности, классифицировать направления, влияющие на обеспечение эффективного функционирования современного производства.

Анализ трудов ведущих экономистов, посвятивших свои работы изучению эффективности, демонстрирует, что рассмотренные определения указывают на то, что данный термин представляет собой «соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами» [2]. Существует множество способов достижения эффективности предприятий, и каждое реализует свои возможности, стремясь максимально эффективно использовать доступные ресурсы [2].

Экономический эффект от функционирования предприятия определяется соотношением между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

Для расчета эффективного функционирования деятельности предприятий строительной отрасли предлагаются следующие показатели.

1. Рентабельность всего капитала (активов) предприятия:

$$P_a = \frac{I}{A}, \quad (1)$$

где  $P_a$  – рентабельность капитала;  $I$  – прибыль;  $A$  – капитал (активы) предприятия, т. е. совокупность всех средств.

2. Оборачиваемость всего капитала (активов) предприятия:

$$R = \frac{Q}{A}, \quad (2)$$

где  $R$  – оборачиваемость капитала;  $Q$  – объем реализованной продукции;  $A$  – капитал.

3. Издержки на единицу реализованной продукции:

$$S = \frac{U}{Q}, \quad (3)$$

где  $S$  – издержки на единицу реализованной продукции;  $U$  – общие издержки;  $Q$  – объем реализованной продукции.

#### 4. Рентабельность производства:

$$P = \frac{I}{F}, \quad (4)$$

где  $P$  – рентабельность производства;  $I$  – прибыль;  $F$  – среднегодовая стоимость основных и оборотных средств.

На сегодняшний момент для решения проблем, связанных с организацией производства, применяются различные стратегии управления и методы производств.

1. Программа быстрых улучшений. Эта методика позволяет быстро найти проблемы и усовершенствовать и структурировать процессы производства. Проводятся различные опросы среди работников, экспресс-анализ процессов, экономических показателей, кадрового потенциала. Решение проблем повышается эффективность и производительность.

2. «Система 20 ключей». Была разработана японским профессором Ивао Кабаяси. Суть программы в диагностике 20 отдельных пунктов и их оценке по пятибалльной шкале, далее баллы складываются и дают результат всего предприятия (максимальное количество баллов 100). Программа дает понять, какие из пунктов являются «слабыми местами» и где необходимы изменения и улучшения.

3. «Эффективность процесса по стоимости, эффективность процесса по времени и эффективность процесса по качеству». Эта методика оценивает процессы предприятия по трем направлениям и выявляет те, которые требуют доработки или перепроектирования. Оценка может проводиться как по пятибалльной шкале, так и по стобалльной.

4. Комплексный анализ. Подход, при котором проводится комплексный анализ экономических показателей, а также их взаимосвязей и зависимостей от технических, технологических, социальных факторов. Также с помощью него можно оценивать успешность экономических и управленческих программ на основе сравнения показателей предприятия.

5. Бережливое производство – управленческая программа деятельности предприятия, в основе которой лежит устранение любых потерь при производ-

стве. Является интерпретацией производственной системы компании Toyota американскими исследователями [1].

В настоящих условиях рынка система «бережное производство» позволила бы повысить прибыль и качество продукции, эффективность производства, а также сократить расходы, а само предприятие было бы более конкурентоспособным и успешным. Кроме того, система незатратная, простая и понятная, и имеет надежный и гарантированный результат.

Одним из аспектов бережливого производства является ресурсосбережение – комплекс мероприятий, направленных на экономию всех видов ресурсов.

Проявление ресурсосбережения подразумевает использование вторичного сырья для производства. При этом непосредственно снижается уровень затрат не только на сырье, но и на энергетические и трудовые ресурсы, так как вторсырье легче обрабатывается и требует меньшей подготовки к этому. Также вторсырье способно повысить качество продукции, улучшить его характеристики и непосредственно повлиять на некоторые критерии производства. Рассмотрим влияние применения некоторых видов вторсырья на эффективность строительного производства, а также на свойства и качество продукции.

Отходом выплавки чугуна и стали в металлургической промышленности, а также вторсырьем для некоторых производств является доменный шлак. Его потребителем является цементная промышленность, производящая шлакосодерживающие вяжущие, такие как портландцемент и шлакопортландцемент, имеющие большое значение для строительного производства.

Применение шлакового шлама во вращающихся печах позволяет увеличить производительность на 13-20 %, снижает расход сырьевых материалов на 1 тонну цементного клинкера приблизительно на 12 %, а удельный расход топлива – на 10-15 %.

Для снижения топливно-энергетических затрат на одну единицу продукции в 1,5-2 раза, а себестоимости – на 20-30 % достаточно заменить часть первичного сырья на доменный шлак. Также сокращаются расходы на эксплуатацию оборудования и его содержание на 10-15 %, а расход электроэнергии – на 12 %.

Из нефелинового шлама производят и такой популярный строительный материал, как кирпич, что позволяет в значительной мере уменьшать количество отходного шлама. Нефелиновые кирпичи проявляют хорошие характеристики уже сразу после прессования и имеют белый цвет, что позволяет выпускать кирпичи разнообразных цветов с помощью добавления различных красящих компонентов.

С применением шлама производятся некоторые керамические плитки, что положительно влияет на прочностные характеристики, позволяя выпускать плитку повышенной прочности.

Важным аспектом производства цемента являются также золы с остатками несгоревшего топлива. Они уменьшают расход топлива, а сама зола, имеющая низкую водопотребность, уменьшает влажность сырья.

Эффективно применение зольных и шлаковых отходов ТЭЦ и при изготовлении силикатного кирпича, минеральной ваты, керамики, кровельных и гидроизоляционных материалов. Силикатный кирпич имеет преимущество перед керамическим – он требует в 2 раза меньше энергии для производства.

Таким образом, применение вторсырья позволяет не только сэкономить ресурсы для производства, как материальные, так и энергетические, тем самым повышая его эффективность, но и получить в ряде случаев улучшенные характеристики и новые свойства производимого продукта.

### **Список литературы**

1. Бережливое производство. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 05.02.19).
2. Эффективность. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki](https://ru.wikipedia.org/wiki/) (дата обращения: 13.02.19).

*И. В. Кочуров*, магистрант, ivk.77@mail.ru

*Ф. И. Плеханов*, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Проблемы и перспективы реализации концепции «Умный город»**

*Рассматривается концепция системы «Умный город» и возможности ее реализации в городской среде с целью повышения эффективности управления территорией, ставятся приоритетные задачи в области управления городом, отражаются проблемы и свойства умного города, приводится эффект от внедрения системы. По результатам информационного поиска и проведения аналитического обзора сделаны краткие выводы по внедрению системы «Умный город».*

**Ключевые слова:** умный город, технологии умного города, система «умный город», городская среда.

В современном мире быстрый рост городов сопровождается существенной нагрузкой на городские службы и проблемами в администрировании процессах. В этой связи появляется необходимость разработки и внедрения мер, способных решить задачи применения новых технологий, прежде всего повышающих качество жизни горожан, а также эффективность функционирования самого города, в частности в области эффективного управления [1].

Это неуклонно ведет к созданию так называемых умных городов, которые в своей основе содержат информационную систему, способную вести постоянный мониторинг всех объектов инфраструктуры, обеспечивая рациональное распределение ресурсов, безопасность и расширение предоставляемых услуг для жителей.

Концепция умного города основывается на обмене данными между всеми участниками процессов, протекающих в городской среде, включая главным об-



разом самих жителей, службы, ответственные за различные функции, городскую администрацию и др. Впоследствии полученные данные могут быть использованы для принятия решений по многим запросам жителей и инфраструктуры.

Таким образом, мы приходим к выводу, что главным условием для развития интеллектуальной и безопасной инфраструктуры города является создание единой информационной среды, в основе которой лежит автоматизированная система, обеспечивающая анализ потоков данных и обработку информации в режиме реального времени.

Данная система должна включать в себя следующие компоненты:

- энергоэффективность и экономия ресурсов;
- использование возобновляемых источников энергии;
- экологичный транспорт, удобные системы городского транспорта;
- внедрение интеллектуальных сетевых технологий, интернет вещей;
- контроль и оптимизация уличного движения и парковок;
- распространение смартфонов и публичного Wi-Fi [2].

Реализация вышеперечисленных аспектов увеличивает эффективность работы городских служб, тем самым повышая качество обслуживания населения города.

Формирование массива данных для такой системы можно обеспечить с помощью внедрения различных датчиков на объектах инфраструктуры города, на основе информации, исходящей от жителей в форме обращений, а также данных оперативного мониторинга городских служб. Датчики городской инфраструктуры позволяют получить множество данных, в том числе: температура, давление, газовый состав среды, координаты объекта, видеосигнал, работа того или иного устройства, уровень освещения, электрические показатели и многие другие.

Основной проблемой, возникающей при передаче данных в системе «умный город», является нежелание жителей предоставлять необходимую информацию ввиду опасения за конфиденциальность и личную безопасность.

Поэтому первостепенной задачей становится обеспечение информационной безопасности, которая может быть реализована путем передачи контроля над сферой личных данных самим гражданам.

На сегодняшний день существует множество примеров реализации системы «умный город». Наиболее ярким можно считать Сингапур – город-государство в Юго-Восточной Азии. Главным компонентом умного города в Сингапуре является уличное движение, которое пронизано всевозможными интеллектуальными решениями и инновационными технологиями, в том числе «умными» светофорами, снижающими автомобильные пробки, дорожными датчиками, измеряющими плотность транспортного потока. В городе-государстве реализована сеть умных парковок, которые учитывают количество оставленных на них автомобилей и отправляют в приложение информацию о свободных местах. В ближайшем будущем планируется повсеместное внедрение беспилотного транспорта. За комплексную безопасность в городе отвечает разработанный концепт «Виртуальный Сингапур», который позволяет проводить различные 3D-симуляции и тесты, планировать действия в случае чрезвычайных ситуаций [2].

В сфере управления городом существует ряд задач, решение которых позволит увеличить эффективность и качество управления городом:

- наладить коммуникации между участниками городской среды – жителями, городскими органами власти, управляющими и обслуживающими компаниями;
- повысить оперативность работы органов местного самоуправления;
- вовлечь жителей в развитие города.

Вышеперечисленные задачи могут быть решены с помощью уже существующих технологических решений и приблизиться к реализации концепции «умный город» с пользой для всех участников городской среды, предоставив новые возможности эффективного использования имеющихся ресурсов городской инфраструктуры.

Различные информационные и интеллектуальные системы города помогают человеку быстро и эффективно проводить необходимые операции с информацией, делая его работу более удобной.

Таким образом, факторами современного развития экономики являются качество и количество производственного, финансового и человеческого капитала и наличие технологий. Все компетенции связаны между собой и формируют общий научно-технологический и экономический потенциал развития страны.

Полная автоматизация городских систем страны должна перерасти в федеральную автоматизацию. Города станут взаимосвязанными компонентами одной интеллектуальной системы, обеспечивающей полную безопасность, удобство и качество жизни граждан, улучшение здравоохранения, оптимизацию нагрузки на городские службы, повышение качества их работы и увеличение скорости реагирования на запросы жителей, экономию финансовых средств, рациональное использование энергетических ресурсов и природопользование, что, в свою очередь, позволит достичь эффективного администрирования [3].

Развитие умных городов повысит ценность человеческого труда и его интеллектуальной деятельности; возрастет производительность труда благодаря внедрению искусственного интеллекта, а также робототехнических систем; претерпят улучшение логистика и транспортные коммуникации вследствие чего станут дешевыми; уменьшится концентрация производств в городах.

### **Список литературы**

9. Умный город : Эффективное управление развитием URL: <https://geektimes.ru/company/gsgroup/blog/265366/>

10. 5 самых умных городов мира и смарт-технологии, которые они используют. URL: <https://robo-hunter.com/news/5-samih-umnih-gorodov-mira-i-smart-tehnologii-kotorie-oni-ispolzuyt11521>

11. *Таунсенд, Э.* Умные города: большие данные, гражданские хакеры и поиски новой утопии / пер. А. Шоломицкой. М. : Изд-во Института Гайдара, 2019. 400 с.

*М. А. Кудрина*, бакалавр, [marinochka.kudrina@mail.ru](mailto:marinochka.kudrina@mail.ru)

*Е. В. Касаткина*, кандидат физико-математических наук, доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Моделирование транспортных потоков в системе перекрестков в Ижевске**

*Представлен подход к моделированию транспортных потоков в условиях светофорного регулирования. Рассмотрена реальная система перекрестков Ижевска, средствами имитационного моделирования построены зависимости количества автомобилей системы в зависимости от времени.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, система перекрестков, транспортный поток, светофорное регулирование, очередь.

Организация городских пассажирских перевозок является одной из серьезных проблем, решение которой обеспечивает жизнедеятельность современных городов. Поэтому вопросы внутригородских пассажирских перевозок затрагивают интересы подавляющего большинства населения. Постоянный рост уровня автомобилизации и неадекватное этому росту развитие улично-дорожной сети, методов организации движения и систем управления приводит к возникновению сложных транспортных проблем. Они характеризуются низкой скоростью сообщения, наличием заторов и высокой аварийностью. Эффективность функционирования городской транспортной системы во многом определяется режимами светофорного регулирования на перекрестках [1].

Введем обозначения:

$\lambda_{ij}(t)$  – интенсивность входящего потока автомобилей, приходящего на  $i$ -й перекресток с  $j$ -го направления, ед./сек.;

$\mu_{ij}(t)$  – интенсивность проходящего потока автомобилей через  $i$ -й перекресток с  $j$ -го направления, ед./сек., с учетом установленного на перекрестке светофорного регулирования, ед./сек.:

$$\mu_{ij}(t) = f(T_i(t), \tau_{i1}(t), \tau_{i2}(t), \dots, \tau_{in_i}(t)), \quad (1)$$

где  $T_i(t)$  – время цикла на  $i$ -м перекрестке в системе, сек.;  $\tau_{ij}(t)$  – время работы зеленого сигнала светофора на  $i$ -м перекрестке в  $j$ -м направлении ( $j = \overline{1, n_i}$ ), сек.

Выходящий поток с перекрестка определяется с учетом вероятностей поворотов [2]:

$$\sigma_{ik}(t) = \sum_{j=1}^n (p_{ij \rightarrow ik} \cdot \mu_{ij}(t)), \quad (2)$$

где  $p_{ij \rightarrow ik}$  – вероятность поворота со стороны  $ij$  в сторону полосы  $ik$ .

Количество машин на участке дороги между перекрестками определяется соотношением

$$N_{ij}(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } N_{ij}(t-1) + \lambda_{ij}(t) - \mu_{ij}(t) \leq 0, \\ N_{ij}(t-1) + \lambda_{ij}(t) - \mu_{ij}(t), & \text{иначе.} \end{cases} \quad (3)$$

Рассмотрим работу участка дороги, состоящего из девяти взаимосвязанных перекрестков в Ижевске, представленного на рис. 1.

Введем базовую интенсивность входящего потока автомашин  $\lambda_0(t)$ , которая учитывает динамику неравномерного потока автомобилей в течение рассматриваемого временного периода ( $t_n = 07:00$ ,  $t_k = 09:00$ ), представленную на рис. 2.

Для входных потоков в систему интенсивность автомобилей будем определять с учетом коэффициентов  $\beta_{ij}$  (см. рис. 3) по формуле

$$\lambda_{ij}(t) = \beta_{ij} \lambda_0(t). \quad (4)$$

С использованием приведенной математической модели можно построить графики очередей для каждой из полос. Например, на рис. 4. представлен график максимальной очереди системы и для двух полос.

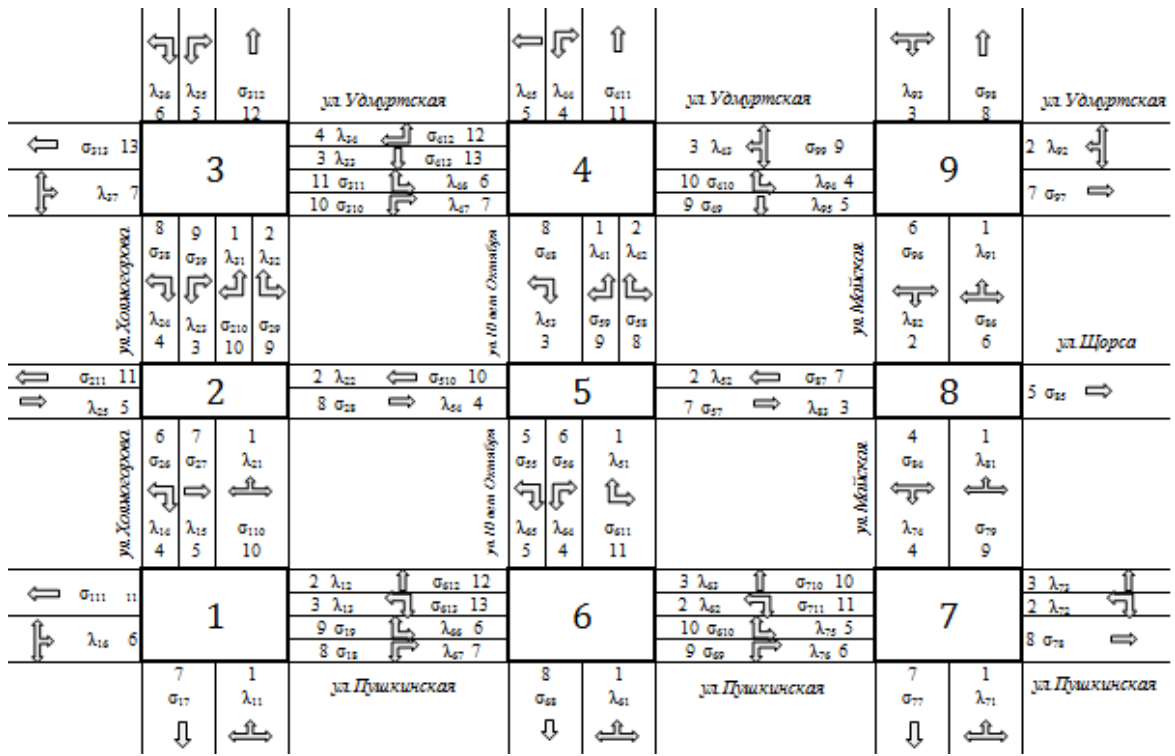


Рис. 1. Сеть перекрестков в Ижевске

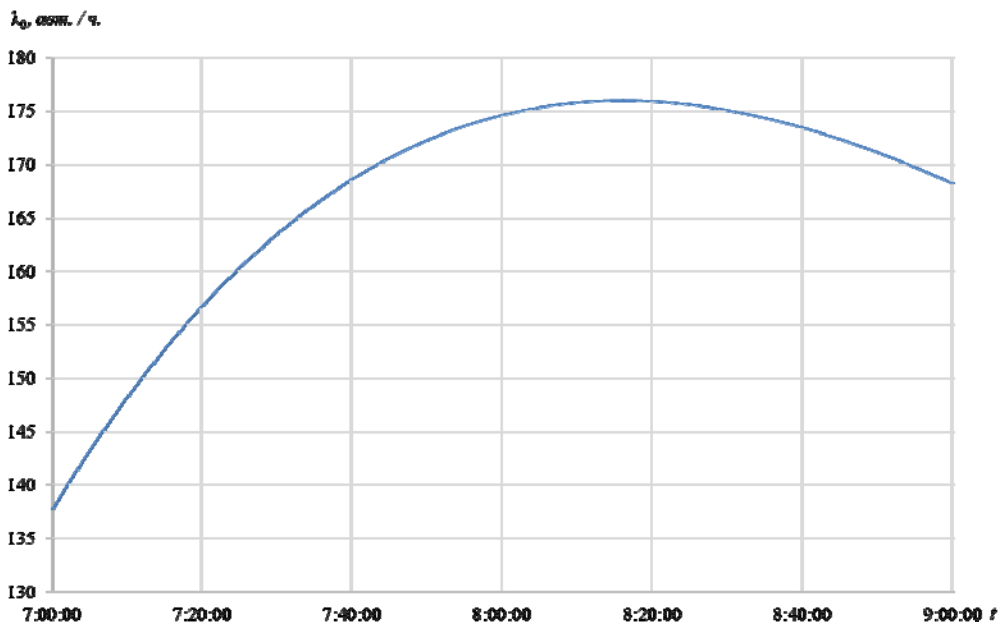


Рис. 2. Интенсивность автомашин  $\lambda_0(t)$ , авт./ч

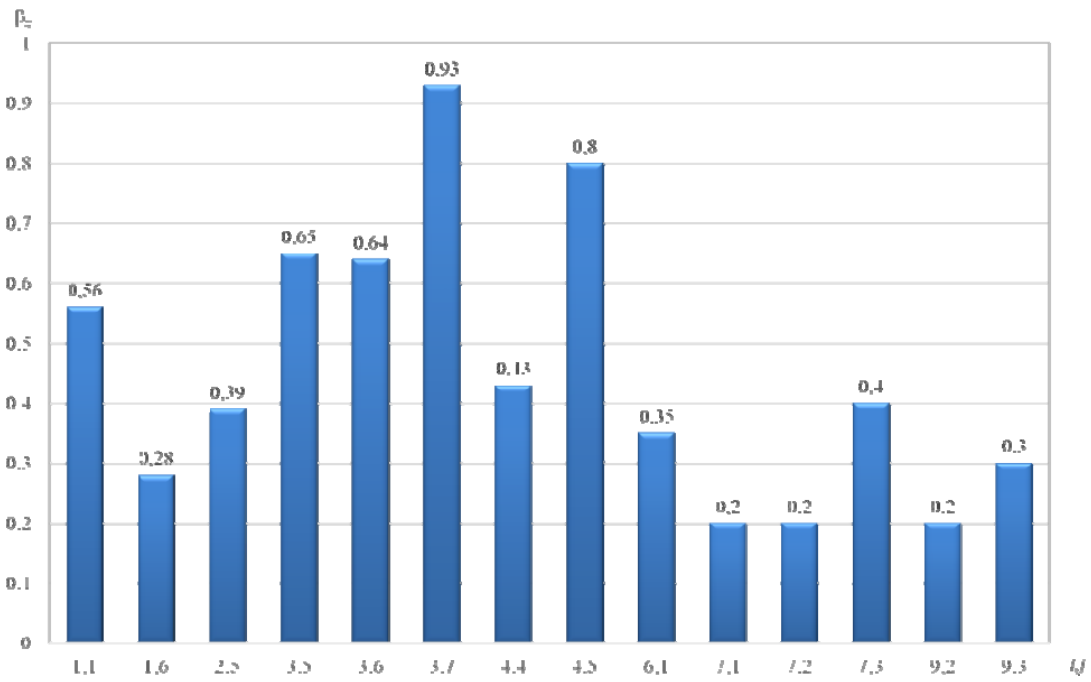


Рис.3. Коэффициенты  $\beta_{ij}$  для входных потоков в систему

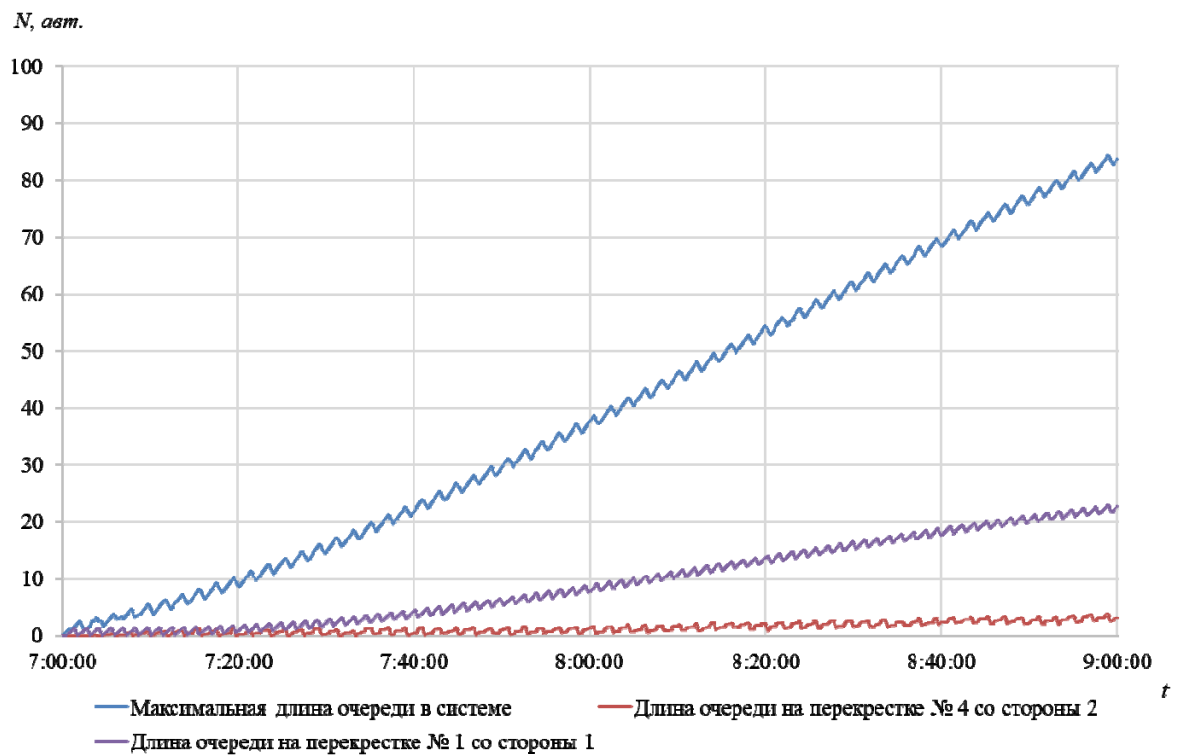


Рис. 4. График очередей

Таким образом, можно видеть, что максимальная очередь системы достигает 84 автомобилей. Данное исследование в дальнейшем можно использовать для оптимизации светофорного регулирования с целью устранения заторов.

### Список литературы

1. *Ахмадинуров, М. М.* Математические модели управления транспортными потоками : монография / М. М. Ахмадинуров, Д. С. Завалищин, Г. А. Тимофеева. Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2011. 120 с.

2. *Loginova, J.* Simulation of the traffic flow in conditions of traffic signal regulation / J. Loginova, E. Kasatkina // International Conference on Computer Technology and Science Scientific public organization “Professional science”. 2017. С. 30–37.



*И. А. Пушкарев*, аспирант, pia10no@mail.ru

*Т. А. Пушкарева*, магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

**Расчет динамических реакций в планетарных передачах  
с прецессирующим сателлитом и с роликовым механизмом  
передачи момента**

*Рассмотрены динамические реакции в кинематических парах планетарных передач с прецессирующим сателлитом и с роликовым механизмом передачи момента. В первом случае найдено значение реакций, во втором – сил трения в кинематических парах. Сделан вывод о влиянии параметров конструкции на значение реакций в кинематических парах и КПД планетарной передачи.*

**Ключевые слова:** планетарная передача, прецессирующий сателлит, роликовый механизм передачи момента, реакции в кинематических парах.

Планетарные передачи относятся к широкораспространенным механизмам, используемым в различных машинах практически во всех отраслях народного хозяйства. От других передач их отличают повышенная нагрузочная способность, уменьшенные габариты и высокие передаточные числа [1, 2]. Возрастает интерес к тяжелонагруженным планетарным передачам, функционирующим на больших частотах вращения [3–5]. Актуальным является исследование динамики таких передач. Проанализированы колебательные процессы в планетарных передачах с элементами повышенной податливости [6–8]. Найдены собственные частоты звеньев планетарной передачи, амплитуды и амплитудно-частотные характеристики вынужденных колебаний планетарной передачи с повышенной податливостью элементов. Целью данной работы явля-

ется определение динамических реакций в кинематических парах в двух сравнительно новых конструкциях планетарных передач.

В планетарных передачах с прецессирующим сателлитом (рис. 1, а), вследствие угла  $\theta$ , образованного осью водила и осью симметрии сателлита, на больших скоростях вращения могут появиться значительные динамические реакции [9].

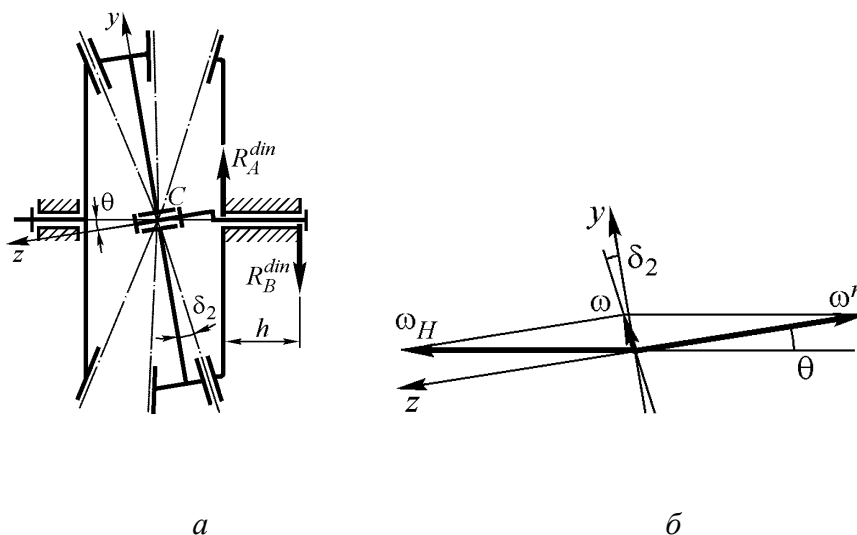


Рис. 1. Планетарная передача с прецессирующим сателлитом: а – кинематическая схема; б – параллелограмм угловых скоростей

Из принципа Даламбера для вращательного движения момент сил инерции сателлита

$$\bar{M}_C^{in} = -\frac{d\bar{K}_C}{dt} - \bar{\omega} \times \bar{K}_C,$$

где  $\bar{K}_C$  – момент количества движения сателлита относительно его центра  $C$ ;  $\bar{\omega}$  – угловая скорость сателлита в абсолютном движении.

Учитывая, что перекрестные моменты инерции сателлита  $I_{xy} = I_{xz} = I_{yz} = 0$ , а также, что  $I_x = I_y$ , и используя известные выражения для проекций момента количества движения, можно получить

$$M_{Cx}^{in} = -I_x \varepsilon_x + (I_y - I_z) \omega_y \omega_z; M_{Cy}^{in} = -I_y \varepsilon_y + (I_z - I_x) \omega_x \omega_z; M_{Cz}^{in} = -I_z \varepsilon_z.$$

Угловая скорость сателлита в абсолютном движении, спроецированная на эти оси:

$$\omega_z = \omega_H \cos \vartheta - \omega^r; \quad \omega_x = 0; \quad \omega_y = \omega_H \sin \vartheta,$$

где  $\omega_H$  – прецессионная угловая скорость (водила);  $\omega^r$  – собственная (относительная) угловая скорость сателлита. Между этими скоростями есть взаимосвязь (см. рис. 1, б):

$$\frac{\omega}{\sin \vartheta} = \frac{\omega_H}{\cos \delta_2} = \frac{\omega^r}{\cos(\delta_2 + \vartheta)}, \quad \omega^r = \omega_H \frac{\cos(\delta_2 + \vartheta)}{\cos \delta_2}.$$

Найденный момент сил инерции в стационарном режиме равен моменту от динамических реакций (см. рис. 1, а):

$$M_{C_x}^{in} = R_A^{din} h = R_B^{din} h.$$

Так как в стационарном режиме  $\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon_z = 0$ , то

$$\begin{aligned} R_B^{din} &= \frac{M_{C_x}^{in}}{h} = \frac{(I_y - I_z)\omega_y\omega_z}{h} = \frac{(I_y - I_z)\omega_H \sin \vartheta (\omega_H \cos \vartheta - \omega^r)}{h} = \\ &= \frac{(I_y - I_z)\omega_H \sin \vartheta \left[ \omega_H \cos \vartheta - \omega_H \frac{\cos(\delta_2 + \vartheta)}{\cos \delta_2} \right]}{h} = \\ &= \frac{(I_y - I_z)\omega_H^2 \sin \vartheta [\cos \vartheta \cos \delta_2 - \cos(\delta_2 + \vartheta)]}{h \cos \delta_2} = - \frac{(I_y - I_z)\omega_H^2 \sin^2 \vartheta \operatorname{tg} \delta_2}{h}. \end{aligned}$$

или

$$R_A^{din} = R_B^{din} = \frac{(I_z - I_y)\omega_H^2 \sin^2 \vartheta \operatorname{tg} \delta_2}{h}. \quad (1)$$

Таким образом, найдены динамические реакции в кинематических парах прецессионной планетарной передачи с прецессирующим сателлитом.

Следующий перспективный планетарный механизм – планетарная передача с роликами, передающими нагрузку (рис. 2, а) [10]. Силы трения  $F_{тр}$  в кинематических парах «ролик – диск» и «ролик – сателлит» значительно влияют на работу планетарной передачи, определяя режим проскальзывания. Проскальзывание в кинематической паре появляется при превышении силой трения предельного значения  $F_{пр} = fN$ , определяемого произведением коэф-

коэффициента сухого трения  $f$  на нормальную реакцию  $N$ . При этом на преодоление сил трения расходуется часть полезной мощности, и КПД передачи падает.

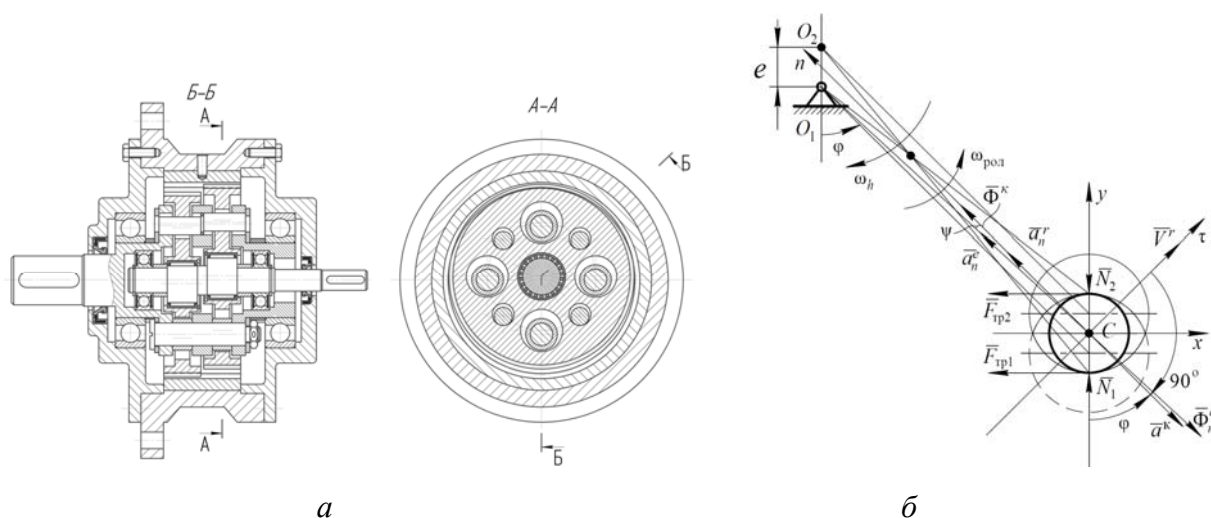


Рис. 2. Передача с роликовым механизмом передачи момента: а – конструкция; б – силы между звеньями

Чтобы решить вопрос о проскальзывании, составлена расчетная схема (см. рис. 2, б) и уравнения движения ролика в его относительном движении по отношению к сателлиту:  $m\bar{a}_n^r = \bar{N}_1 + \bar{N}_2 + \bar{F}_{тр1} + \bar{F}_{тр2} + \bar{\Phi}_n^e + \bar{\Phi}^k$ . Здесь  $\Phi_n^e = m\omega_h^2 O_1 C$  – сила инерции Эйлера;  $\Phi^k = 2m\omega_h V^r \sin 90^\circ = 2m\omega_h V^r$  – сила инерции Кориолиса;  $m$  – масса ролика;  $\bar{a}_n^r$  – относительное ускорение ролика;  $V^r$  – относительная скорость ролика;  $\omega_h$  – угловая скорость диска.

Второе уравнение – теорема об изменении момента количества движения ролика при стационарном режиме работы передачи, причем считается, что проскальзывания роликов нет:  $I_C \varepsilon^r = \sum M_C = F_{тр2} r_{ролл} - F_{тр1} r_{ролл} = 0$ . Отсюда  $F_{тр2} = F_{тр1}$ .

Соединяя два уравнения движения, получим

$$2F_{тр1} = ma_n^r \sin \varphi + m\omega_h^2 r_0 \sin \varphi - 2m\omega_h V^r \sin \varphi.$$

Учитывая отношения между скоростями в планетарной передаче и выражая их через межосевое расстояние  $e$ , можно получить выражение для силы трения:

$$2F_{\text{тр1}} = m\omega_h^2 r_0 \sin\varphi \left[ \left(1 + \frac{e}{r_g}\right)^2 \frac{r_{\text{отв}}}{r_{\text{рол}}} + 1 - 2\left(1 + \frac{e}{r_g}\right) \right], \quad (2)$$

где  $r_0$  – расстояние от центра отверстия до оси диска (води́ла);  $r_{\text{отв}}$  – радиус отверстий;  $r_{\text{рол}}$  – радиус ролика;  $\varphi$  – угол поворота диска.

Отношение силы трения к нормальной реакции в кинематической паре представлено на рис. 3.

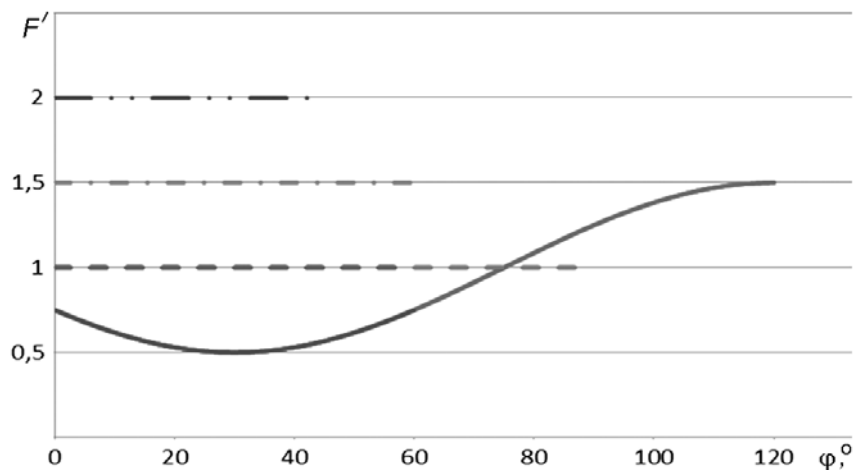


Рис. 3. Отношение силы трения к нормальной реакции в кинематической паре при количестве роликов: — —  $n = 3$ ; — — — —  $n = 4$ ; — . . . — —  $n = 6$ ; — . . . — —  $n = 8$

Подставляя характерные для планетарных передач значения параметров, входящих в уравнение (2), можно получить, что во время полного поворота води́ла сила трения в кинематических парах не превышает предельного значения. Таким образом, ролики в этой планетарной передаче не проскальзывают, и падения КПД передачи нет.

Таким образом, найдены выражения для динамических реакций в двух планетарных передачах: с прецессирующим сателлитом и с роликовым меха-

низмом передачи момента. Значение реакций определяется в первую очередь квадратом угловой скорости водила, затем массой сателлита или ролика и угловыми параметрами конструкции. Установлено, что проскальзывание в передаче с роликовым механизмом передачи момента отсутствует, что положительно сказывается на КПД передачи. Уменьшить динамические реакции в передаче с прецессирующим сателлитом путем изменения только параметров конструкции не представляется возможным, необходим поиск новых конструктивных решений.

### Список литературы

1. Плеханов, Ф. И. Теоретические основы проектирования и принципы конструирования нетрадиционных планетарных передач типа 3К : автореферат дис. ... д-ра техн. наук / Ижевский гос. техн. ун-т. Ижевск, 1996. 34 с.

2. Распределение нагрузки в зацеплениях колес рациональных конструкций планетарных передач и его влияние на технико-экономические показатели привода / Ф. И. Плеханов, Е. Ф. Вычужанина, И. А. Пушкарев, А. С. Сунцов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2017. № 2. С. 29–35.

3. Исследование нагруженности и деформативности элементов многосателлитной планетарной передачи карьерного комбайна / А. А. Грабский, Ф. И. Плеханов, Л. И. Кантович, И. А. Пушкарев // Горный журнал. 2018. № 4. С. 82–86.

4. Пушкарев, И. А. Проектирование и расчет планетарных передач с повышенной нагрузочной способностью и плавностью работы / И. А. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // Выставка инноваций – 2018 (весенняя сессия) : сборник материалов XXV Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов (Ижевск, 25 апреля 2018 г.). [Отв. ред. А. П. Тюрин]. Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2018. С. 131–134.

5. Plekhanov F., Pushkarev A., Pushkarev I. Influence of layout features and parameters of planetary gear on its dynamics and strength characteristics // Advanced Gear Engineering, Mechanisms and Machine Science, vol. 51 / V. Goldfarb, E. Trubachev, N. Barmina (eds). Springer International Publishing, 2018, pp. 481-494.

6. Пушкарев, И. А. Собственные частоты планетарных передач с элементами повышенной податливости / И. А. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // Фотинские чтения : сборник материалов Пятой Междунар. науч.-практ. конф. (Ижевск, 2018 г.). Т. 1, № 9. С. 230–233.

7. *Пушкарев, И. А.* Моделирование динамики планетарных передач с элементами повышенной податливости // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2018. Т. 21, № 2. С. 43–48.

8. *Пушкарев, И. А.* Вынужденные колебания планетарных передач с элементами повышенной податливости // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2019. Т. 22, № 1. С. 29–36.

9. *Пушкарев, И. А.* Динамические реакции в подшипниках прецессионной планетарной передачи / И. А. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов : сборник статей междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 25 декабря 2017 г.). Уфа : АЭТЕРНА, 2017. С. 67–70.

10. *Пушкарев, И.А.* Исследование структуры и динамики зубчато-роликовой планетарной передачи / И. А. Пушкарев, Т. А. Пушкарева // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. 2018. Т. 8. С. 40–43.

*О. В. Соковнина*, магистрант, sokovnina-olya@mail.com

*Е. М. Микрюкова*, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Внедрение Scrum-методологии на примере инжиниринговой компании «ООО «ПОЛЕКА»**

Описываются основные положения и характеристики методологии управления проектами *Scrum*. Рассмотрены теория и ценности методологии. Опыт внедрения *Scrum* описывается на примере инжиниринговой компании «ООО «ПОЛЕКА». Внедрение *Scrum*-технологии в команды компании происходило поэтапно в течение трех месяцев. В ходе работы продемонстрирован перечень возникших трудностей использования новой системы управления. Выявлен результат за трехмесячный период по внедрению данной методологии в компании «ООО «ПОЛЕКА».

**Ключевые слова:** методология Scrum, управление проектами, Фреймворк, инжиниринговая компания, внедрение.

### **Введение**

На сегодняшний день управление проектами в современных инжиниринговых компаниях основано на передовых научно-технических достижениях и с учетом конкретных условий и факторов реализации проекта. Работа в команде над проектами ориентирована на четко поставленную цель, ограничена временными рамками и должна иметь способность к быстроизменяющимся требованиям заказчика. Устоявшиеся методы оказываются слишком затратными по времени, ввиду этого продукт не успевает быть законченным в срок, тем самым разработка не приносит прибыли компании. Поэтому есть смысл отказаться от традиционных методов управления и начать использовать новый набор правил,



называемый Scrum-методологией, на котором будет строиться процесс разработки.

### **Основные элементы Scrum**

Scrum – фреймворк, предназначенный для разработки и поддержки продуктов. Scrum не является процессом или техникой создания новых продуктов, он лишь позволяет использовать процессы и техники в рамках одного фреймворка [3].

Scrum позволяет определить эффективность существующих практик в команде по разработке продукта и работать над их постоянным улучшением.

Основными элементами Scrum являются: Scrum-команды, роли, события, артефакты, спринты, правила. Каждый из перечисленных элементов системы соответствует своей цели и является обязательным звеном [2].

Scrum-команда обязательно имеет владельца продукта, команды разработки и scrum-мастера. Такие команды самостоятельно решают, как выполнить работу. Такая модель команды предполагает минимизацию внешних зависимостей, располагая к гибкости и творчеству.

Спринт – временной отрезок, в течение которого команда создает функционирующий и готовый к использованию продукт. В течение каждого дня спринта команда собирается в переговорной комнате и обсуждает проблемы, реализацию и планы на следующую неделю по разработке продукта.

Артефакты Scrum обеспечивают максимальную прозрачность информации и создают новые возможности инспекции и адаптации.

### **Теория и ценности Scrum**

Основной в Scrum является теория эмпирического управления, где источником знаний является опыт, а решением – реальные данные. Для улучшения прогнозируемости рисков Scrum использует итеративный подход, когда важным является повторение операций и приращение результатов предыдущего этапа к новому. Таким образом, Scrum основан на трех составляющих – прозрачность, инспекция и адаптации.

В теории Scrum важно создавать атмосферу всеобщего доверия. Это получается, когда Scrum-команда разделяет и воплощает в жизнь ключевые ценности Scrum – преданность, смелость, открытость и взаимное уважение к членам команды [4]. Каждый участник должен иметь смелость принимать сложные решения, каждый сфокусирован на целях команды и каждый уважает профессионализм и самостоятельность друг друга [1].

### **Практический опыт внедрения методологии Scrum в компанию**

Рассмотрим основные виды и компоненты управления в компании «ООО «ПОЛЕКА».

ООО «ПОЛЕКА» – инжиниринговая компания, занимающаяся разработкой рабочей документации и ПНР хозяйственно-бытовых, промышленных, ливневых очистных сооружений.

Основные фазы проекта: концепция – разработка – реализация – завершение [5].

– Начальная фаза – сбор исходных данных и анализ существующего состояния; определение целей и задач, критериев, требований и ограничений (внешних и внутренних) проекта, экспертиза основных положений, утверждение концепций проекта.

– Фаза разработки – формирование команды, развитие концепции, основного содержания, структурное планирование, организация и проведение торгов, заключение договоров и субдоговоров с основными исполнителями, представление проектной разработки и ее получение одобрения.

– Фаза реализации проекта – ввод в действие разработанной на предыдущих фазах системы управления проектами, организация выполнения работ, ввод в действие системы мотивации и стимулирование исполнителей, оперативное решение, управление материально-техническим обеспечением, оперативное управление.

– Завершающая фаза – планирование процесса завершения проекта, проверка и испытание результатов реализации проекта, подготовка персонала для эксплуатации результатов реализации.

Для улучшения процессов работ, а также для увеличения прибыли компании авторами был предложен опыт по внедрению Scrum-методологии в компанию «ООО «ПОЛЕКА». Руководством инжиниринговой компании было принято решение отказаться от традиционных методов управления проектами и использовать совершенно новый подход Scrum на протяжении трех месяцев.

Для начала всем сотрудникам было выдано руководство по Scrum [2], командам нужно было изучить основные подходы и особенности системы.

Следующий этап – внедрение фреймворка в компанию. Внедрение происходило постепенно, начиная от мелких команд и заканчивая крупными. Каждый элемент вводился постепенно с закреплением результата. Отдельный спринт детально планировался, и каждый из участников команды стремился выполнять все в срок. С максимальным качеством работы велись в инженерном отделе, строительном, в отделе продаж, в отделе закупок. Участники делились возникшими проблемами в ходе разработки, давали друг другу советы, оказывали иную помощь. Одним из важных элементов разработки была Scrum-доска, где записывались трудности и проблемы, возникшие в ходе текущего спринта. Каждую неделю планировалось искоренение этих проблем.

Все команды собирались в понедельник на Scrum-доску. Отводилось ровно 30 мин для мозгового штурма и расстановки задач в зависимости от приоритета и значимости. Были такие задачи, которые можно было решить в течение недели – «ЗАДАЧИ НА НЕДЕЛЮ». Более сложные задачи, требующие больше времени и усилий, переносились в отдельную колонку – «ЗАДАЧИ НА МЕСЯЦ». Также в компании появились задачи на будущее; таким задачам были придуманы следующие названия: «МОПСЫ», «ХАСКИ», «ДОГИ» в зависимости от объема решения задач соответственно. По окончании недели, в четверг, компания собиралась на разбор доски. На разбор доски отводилось ровно 15 мин, чтобы быстро и четко провести анализ, выполненные задачи перенести в колонку «ГОТОВО».

Однако не все проходило идеально. На начальном этапе возникло много трудностей из-за устоявшихся принципов работы в компании и введения совершенно новой системы.

В первое время команда не могла уложиться за выделенное время, затрачивалось в 2, а то и в 3 раза больше времени. Каждый стремился рассказать всё, не учитывая того факта, что другим участникам также необходимо рассказывать о своем прогрессе. Были сотрудники, у которых не было прогресса за установленное время на решение задачи. Большинство участников команды не уважали друг друга и профессионализм каждого, каждый работал на себя, а не на команду. Часто чтобы разработчик мог показать готовый результат за спринт, он торопился. Ввиду этого снижалось качество продукта.

Через три месяца активного использования Scrum практически все выделенные проблемы были решены. Сначала был определен список проблем, а затем руководителем было принято решение о комплексном исчерпывании проблемных мест. Все проблемы решались сразу на месте их появления, указывая на конкретные примеры из личного опыта. Самым сложным было научить команду работать не на себя, а на команду. Важно было доказать, чтоб проблему легче решить, когда над ней трудятся несколько человек, а не один, затратив на решение при этом большего количества времени. Была введена цена слова – тем самым команды, взявшие за задачи на неделю, быстро находили решение. Чтобы побывать в качестве руководителя, ведущий доски менялся еженедельно.

Был проведен анализ сравнения количества проектов в работе за трехмесячный период по методологии Scrum и по традиционному методу работы, который использовался раньше в компании за такой же период. Результат можно увидеть на рис. 1.

Для наглядности был определен рис. 2, показывающий тенденции увеличения/уменьшения прибыли компании при использовании новой и старой методологии.

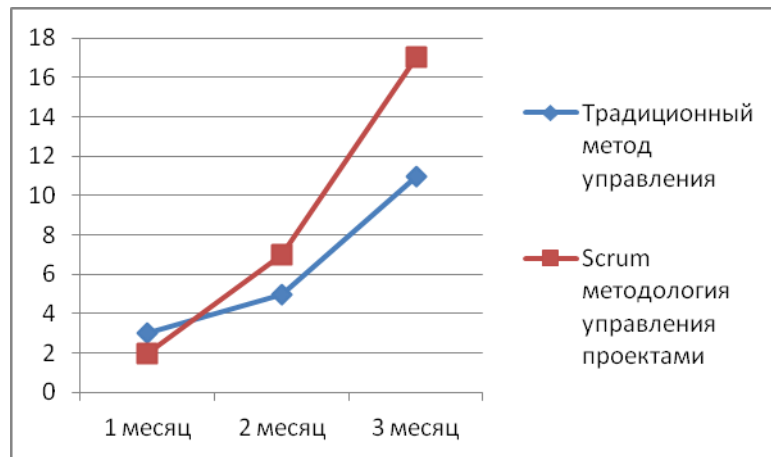


Рис. 1. График реализации проектов компании

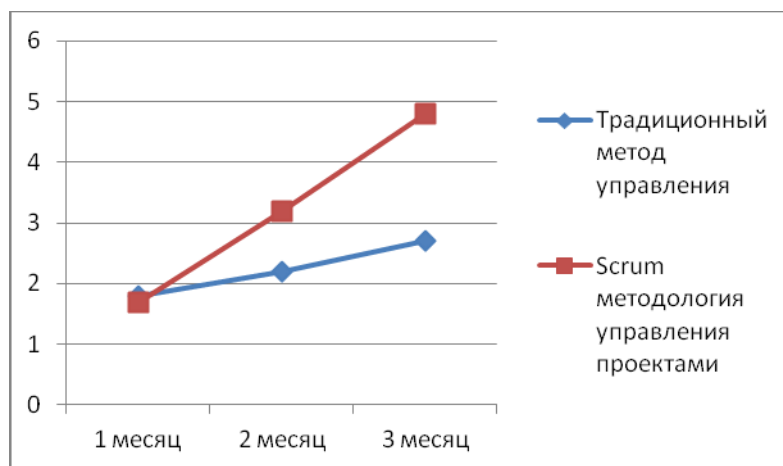


Рис. 2. График тенденции увеличения прибыли компании

Таким образом, можно наглядно увидеть, как за период эксперимента по внедрению новой методологии увеличились показатели. Количество реализуемых проектов увеличилось. Также мы видим значительное увеличение прибыли компании «ООО «ПОЛЕКА».

### Заключение

Введение Scrum в инжиниринговую компанию «ООО «ПОЛЕКА» оказалось очень успешным. Уже через три месяца активного применения данной методологии стали фиксироваться улучшения общих показателей управления проектами:

- большинство проектов стали реализовываться в срок, отсутствовали просрочки;
- качество проектов увеличилось благодаря постоянному контролю функционала в конце каждого спринта всеми участниками команды;
- техническое задание и требования стали намного яснее, ввиду постоянного обсуждения требования с клиентом;
- улучшились навыки работы в команде;
- выполнено 100 задач.

Важно отметить, что исследуемая компания»ООО «ПОЛЕКА» пользуется едиными технологиями, инструментами, процедурами и методами. А теперь стала использовать и единую методологию управления проектами – Scrum.

#### **Список литературы**

1. *Хенрик Книберг*. Scrum и XP: заметки с передовой = Scrum and XP from the trenches. C4Media, 2007. 140 с.
2. *Майк Кон*. Scrum: гибкая разработка ПО = Succeeding with Agile: Software Development Using Scrum. М. : Вильямс, 2011. 576 с.
3. *Джефф Сазерленд*. SCRUM. Революционный метод управления проектами = SCRUM. The art of doing twice the work in half the time. Манн, Иванов и Фербер, 2016. 288 с.
4. *Кеннет Рубин*. Основы Scrum: Практическое руководство по гибкой разработке ПО = Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process. М. : Вильямс, 2016. 544 с.
5. *Мазур, И. И.* Управление проектами : учеб. пособие / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро. М. : ОМЕГА-Л, 2008.

*В. Н. Диденко*, доктор технических наук, профессор

*Н. Д. Узаков*, магистрант, nikitauzakov@gmail.com

*А. В. Исаев*, магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Энергообеспечение предприятий аграрно-промышленного комплекса за счет утилизации их органических отходов**

*Излагается принцип работы биогазового комплекса совмещенного с производственной линией переработки органических отходов в топливные гранулы – паллеты. В первой части статьи рассматриваются два режима анаэробного сбраживания – мезофильного и термофильного – с целью выбора более оптимального режима с точки зрения теплотеря для выбранных климатических условий. Во второй части статьи излагается подход при выборе установок для производственной линии, предложенный авторами работы.*

**Ключевые слова:** биогаз, биореактор, мезофильный, термофильный, тепловые потери, определяющие размеры.

В настоящее время в РФ существует проблема утилизации органических отходов, которая в первую очередь связана с активным ростом АПК, в частности животноводства, которое занимало в 2015 г. 47,7 % всей произведенной продукции сельского хозяйства в стоимостном выражении (по данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса). Кроме того, в районах функционирования крупных животноводческих предприятий в связи с ухудшением экологической обстановки уровень заболеваемости среди населения превышает в 1,6 раз средний уровень заболеваемости по РФ [1]. Помимо экологической проблемы, связанной с утилизацией органических отходов, существует также проблема финансовая. Так, по оценкам Минсельхоза РФ платежи агрокомпаний

за размещение на своих территориях органических отходов доходят до 35 млрд руб. в год, не считая штрафов за загрязнение окружающей среды [2]. Вышеприведенные свидетельства указывают на необходимость проработки решений в области борьбы с загрязнением окружающей среды органическими отходами.

В настоящей работе рассматриваются биогазовые технологии для обеззараживания отходов.

Существуют три типа сбраживания отходов в реакторе:

- а) психрофильный – необходимая температура от 20 до 25 °С;
- б) мезофильный – необходимая температура от 25 до 40 °С;
- в) термофильный – необходимая температура выше 40 °С;

Путем сравнения тепловых потерь от реактора можно выбрать оптимальный режим сбраживания. В данной работе будут рассмотрены только 2 режима – мезофильный и термофильный, так как они обеспечивают наиболее полное обеззараживание и широко распространены в общемировой практике.

В проведенных ранее работах были получены зависимости теплотерь от геометрических характеристик реакторов, на основе которых была составлена модель, позволяющая сравнить два режима сбраживания. Результаты сравнений представлены в виде графиков на рис. 1 и 2.

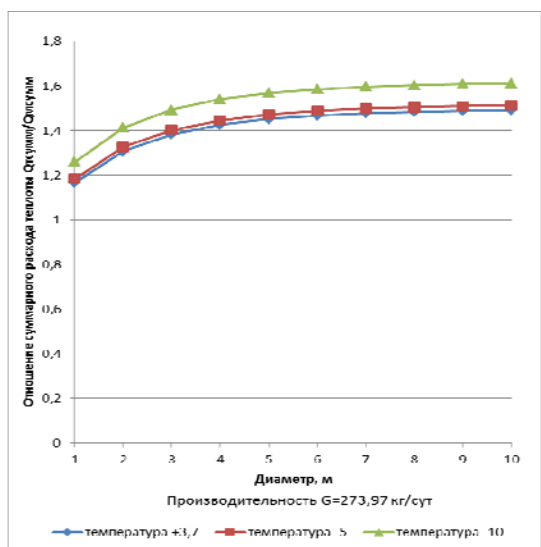
На основе графика на рис. 1 очевиден вывод о том, что существует связь между ростом температуры снаружи реактора и соотношением теплотерь для термофильного и мезофильного режимов: чем выше температура окружающей среды, в месте установки реактора, тем больше разница теплотерь между термофильным и мезофильным режимом.

Отношение суммарных тепловых потерь, с учетом затрат теплоты на подогрев субстрата до рабочей температуры реактора, при термофильном и мезофильном анаэробных режимах сбраживания субстрата в биореакторах цилиндрической формы с различными значениями определяющей высоты.

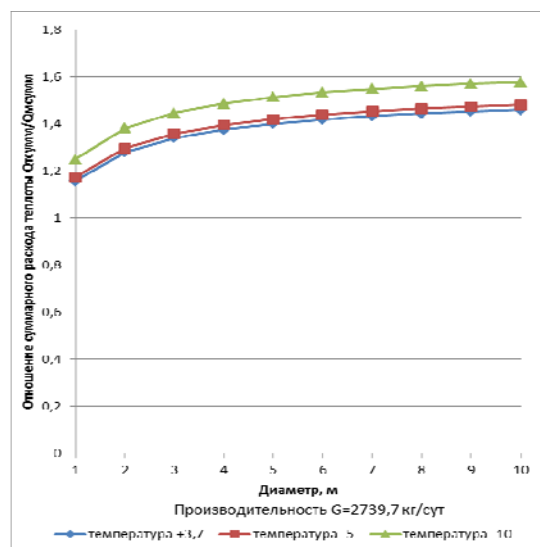
Из графиков на рис. 2 следует, что существует некое предельное значение, к которому стремится кривая, при этом значение соотношения суммарных теплотерь коррелирует с предельным максимальным значением диаметра. Соответственно, основываясь на этих следствиях, можно прийти к предварительному



выводу для случая, в котором рассматриваются реакторы цилиндрической формы, – чем меньше диаметр биореактора, тем меньше различие между термофильным и мезофильным процессом с точки зрения энергоэффективности.

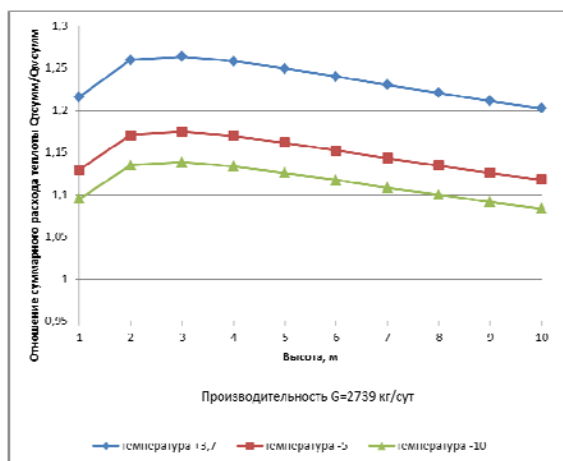


*a*

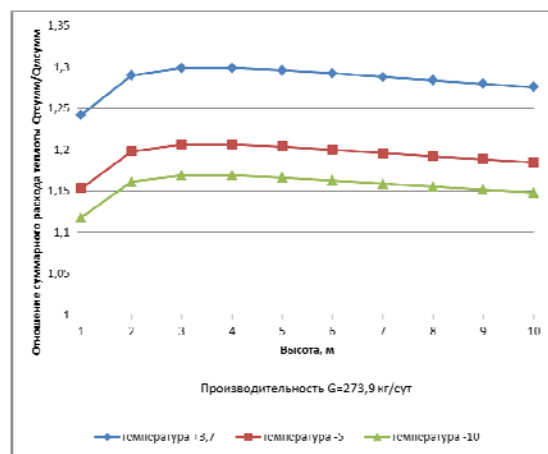


*б*

*Рис. 1.* Отношение суммарных тепловых потерь с учетом затрат теплоты на подогрев субстрата до рабочей температуры реактора при термофильном (*a*) и мезофильном (*б*) анаэробных режимах сбраживания субстрата в биореакторах цилиндрической формы с различными значениями определяющего диаметра  $D_{\max} = 10$  м



*a* –  $H_{\max} = 4$  м



*б* –  $H_{\max} = 3$  м

*Рис. 2.*

Путем проведения системного анализа определим наиболее оптимальный режим сбраживания (табл. 1).

Таблица 1. Системный анализ режимов анаэробного сбраживания

Режим	Мезофильный	Термофильный
Суммарные затраты теплоты	0,9*х	х
Материалоемкость	1,5*х	х
Транспортные расходы	1,3*х	х
Обеззараживание	0,8*х	х
Стоимость реактора	1,75*х	х

Итог анализа: термофильный режим более целесообразен с экономической точки зрения, так как по всем пунктам кроме тепловых потерь, где его «проигрыш» составляет 10 %, значительно превосходит мезофильный режим.

В случае применения биогазовых технологий для обеззараживания отходов вырабатывается сам биогаз, состоящий на 55 % метана и 45 % углекислого газа [4]. При этом если выработка происходит зимой, то биогаз можно расходовать на подогрев реактора и других объектов.

В теплое время года потребление газа значительно снижается. Исходя из этого предлагается использовать газопоршневую установку (ГПУ), преобразующую химическую энергию биогаза в электрическую. Кроме того, так как отпуск электроэнергии в энергосети с целью продажи сильно затруднен, авторы предлагают устроить производственную линию переработки органических отходов, которая будет работать на энергии, вырабатываемой ГПУ, использующей в качестве топлива биогаз.

Для оценки результата с точки зрения качества топлива, полученного на производственной линии, необходимо произвести расчет основных энергетических параметров топлива.

Исходными данными для выполнения расчета является элементный состав куриного помета по рабочей массе [5], приведем его в виде табл. 2.

Результаты расчета сведем в табл. 3.

Таблица 2. Элементный состав помета по рабочей массе

Элемент	Безподстилочный помет	Подстилочный помет
Углерод $C^p$ , %	27,22	30
Водород $H^p$ , %	3,22	3,9
Кислород $O^p$ , %	23,1	15
Сера $S^p$ , %	0,33	0,9
Азот $N_2^p$ , %	2,69	0,2
Зола $A^p$ , %	15,7	10
Вода $W^p$ , %	27,4	40

Таблица 3. Результаты расчета

Параметр	Безподстилочный помет	Подстилочный помет
Низшая теплота сгорания $Q_H^p$ , кДж/кг	12576,4	18326
Действительный объем водяных паров $V_{H_2O}$ , м <sup>3</sup> /кг	1,104	1,263
Теоретически необходимое количество воздуха на горение $V^0$ , м <sup>3</sup> /кг	3,21	4,744
Объем сухих трехатомных газов $V_{RO_2}$ , м <sup>3</sup> /кг	0,619	0,832
Полный теоретический объем водяных паров при $\alpha = 1$ $V_{H_2O}^0$ , м <sup>3</sup> /кг	1,104	1,126
Теоретический объем азота и двухатомных газов при $\alpha = 1$ $V_{R_2}^0 = V_{N_2}^0$ , м <sup>3</sup> /кг	2,567	3,75
Полный теоретический объем продуктов сгорания $V_F^0$ , м <sup>3</sup> /кг	4,219	5,846

Параметр	Безподстилочный помет	Подстилочный помет
Действительный объем двухатомных газов $V_{R2}$ , м <sup>3</sup> /кг	4,176	6,123
Действительный объем сухих газов $V_{сг}$ , м <sup>3</sup> /кг	4,795	6,955
Полный объем продуктов сгорания $V_p$ , м <sup>3</sup> /кг	5,925	8,256
Адиабатная температура горения $t_p$ , °С	1322	1389

Составим описание производственной линии, основываясь на том, что в исходном сырье содержится большое количество влаги.

Для устойчивого горения топлива оно в первую очередь должно иметь в своем составе горючие компоненты и быть достаточно обезвоженным. Таким образом, началом в технологическом процессе должна быть сушка исходных материалов. Также топливо должно быть удобно в транспортировке и применении, то есть обладать определенным формфактором, позволяющим с достаточной простотой его дозировать и упаковывать; следовательно, после сушки необходимо организовать процесс формовки.

В ходе обзора предложений по продажам линий производства твердотопливных гранул из навоза была выбрана наиболее энергоэффективная и оптимизированная для переработки навоза линия от производителя ООО «КОМПАНИЯ «ЛТС». Она включает в себя:

- сепаратор (обезвоживатель шнековый) – для удаления жидкой фракции из исходного сырья; обеспечивает выходную влажность 50 %;
- сушилка ленточная конвейерная – для снижения влажности до 20 %;
- пресс (гранулятор шнековый) – для получения гранул диаметром 4...15 мм;

– конвейер охлаждения – для снижения температуры гранулы;  
– сушилку конвейерную инфракрасную – для высухания гранулы до влажности 12 %.

### **Выводы**

В данной работе был описан основной принцип работы комплекса, работающего без внешних источников энергии, включающего в себя: линию производства твердого топлива, ГПУ с генерацией электроэнергии и тепла, метантенки.

Описанный комплекс позволяет предприятиям АПК получить альтернативные источники энергии, снизить нагрузку на окружающую среду, и в случае реализации твердого топлива – дополнительный доход.

### **Список литературы**

1. Перспективы использования продуктов биогазовых технологий в Удмуртской Республике / В. Н. Диденко [и др.] // Сб. тр. науч.-практ. конф. Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. С. 1–17.
2. Утилизация и переработка птичьего помета в органическое и органоминеральное удобрение. URL: <http://agro.bobrodobro.ru/30337> (дата обращения: 23.04.2018).
3. Гелетуха, Г. Г. Современные технологии сбраживания биомассы / Г. Г. Гелетуха, С. Г. Кобзарь // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2002. № 4. С. 6–7.
4. Биогаз из биомасс. URL: <https://habr.com/ru/post/226953/> (дата обращения: 13.04.2019)
5. Иванов, Д. Г. Метод энергетической переработки помета // Сб. научных трудов ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии. 2010. № 82. С. 135–141.

*Л. Д. Шадрина*, магистрант, [larisa@gudmaer.ru](mailto:larisa@gudmaer.ru)

*С. М. Федоров*, магистрант, [fedorov-s@yandex.ru](mailto:fedorov-s@yandex.ru)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Использование теплоносителей в системах автономного теплоснабжения**

*Для нашей страны энергосбережение является наиважнейшим направлением развития науки и техники. Большую популярность приобрела тенденция перехода от централизованных к автономным источникам энергоснабжения. Самым популярным видом теплоносителя в автономных системах теплоснабжения является вода. Основные достоинства воды: безвредность для человека и окружающей среды, дешевизна, доступность, высокая теплоемкость. Но вода не является идеальным теплоносителем. Растворенные в ней соли кальция и магний вызывают отложение накипи на внутренних поверхностях трубопроводов и отопительных приборов, а также замерзание при температуре 0 °С. Высокий удельный вес воды ограничивает ее использование в системах отопления периодического действия в зимний период года согласно СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».*

**Ключевые слова:** энергоэффективность, автономное теплоснабжение, теплоноситель, этиленгликоль, пропиленгликоль.

При использовании воды гарантируется равномерная температура помещений, возможность ограничения температуры поверхности отопительных приборов, достигается практически полная бесшумность движения в теплопроводах. Однако при применении воды возникает достаточно большое гидростатическое давление. Также тепловая инерция воды препятствует быстрому регулированию теплопередачи приборов.

При применении воды в открытых системах отопления происходит постепенное испарение воды, которое необходимо восполнять, то есть доливать. При этом концентрация солей постоянно увеличивается, следовательно, накапливается осадок. По этой причине в открытую систему отопления заливается очищенная или дистиллированная вода. Но применение дистиллята в таком объеме достаточно неэкономично. Сейчас многие организуют на своем участке сбор дождевой воды. Конечно, чистота этой воды далека от лабораторной, но такая вода уже прошла определенную природную дистилляцию и очищение. В этом случае, по содержанию тяжелых солей, способных вызвать зарастание труб, дождевая вода намного лучше, чем набранная из скважины или колодца. После отстаивания и фильтрации такую воду можно использовать в системе отопления.

Также в воду добавляются еще и специальные поверхностно-активные присадки (ПАВ). Такие вещества способствуют удалению старых наслоений накипи и ржавчины, недопущению образованию новых. Такие вещества придают поверхностям специфические гидрофобные качества, снижают гидравлическое сопротивление в трубах, что сказывается на экономичности расходования энергоресурсов для отопления. Резко повышается долговечность применяемых в системе уплотнений.

Перейти от систем водяного отопления к системам незамерзающего отопления становится возможным благодаря использованию теплоносителей различного химического состава – пропиленгликоля, антифриза, этиленгликоля, глицерина и др. Эти теплоносители обладают качествами, отличающимися от традиционных. Приведем описания некоторых теплоносителей.

*Антифриз* – общее название для жидких веществ, не замерзающих при отрицательных температурах, в соответствии с ГОСТ 159–52 «жидкость охлаждающая низкотемпературная».

В качестве антифризов используются смеси пропиленгликоля, этиленгликоля, глицерина, одноатомных спиртов и воды. Зачастую в РФ используется и автомобильный антифриз в связи с недостатком домашних теплоносителей-

антифризов. Применение автомобильных антифризов в системах отопления вполне возможно, если они приготовлены по технологии, допускающей внедрение воды для замораживания двигателей внутреннего сгорания, а еще в качестве рабочей воды в теплообменных аппаратах, эксплуатируемых при невысоких и умеренных температурах. Но иногда присадки, содержащиеся в автомобильных антифризах, могут быть несовместимы с материалами систем бытового отопления. Присадки автомобильных антифризов не рассчитаны на долговременное и активное использование в домашних системах отопления. В состав антифриза вводятся ингибиторы против образования накипи, набухания и растворения резиновых уплотнителей в системах отопления. Для снижения повышенной коррозионной активности антифриза используются ингибиторы коррозии. В современных системах отопления одновременно могут применяться несколько металлов и сплавов, между которыми может быть коррозия. Главное достоинство антифриза – невозможность кристаллизации при застывании, что гарантирует ввод системы отопления в эксплуатацию в любое время года.

*Этиленгликоль* может быть использован в системах отопления и в чистом виде, и вместе с антифризом. Но нужно помнить, что этиленгликоль нельзя перегревать, иначе происходит разложение этиленгликоля и противокоррозионных присадок. Возникающие при этом кислоты и осадки отрицательно воздействуют на всю систему отопления. Этиленгликоль обладает хорошими теплофизическими свойствами, невысоким показателем отложения накипи и солей. При этом использовать этиленгликоль не рекомендуется в двухконтурных котлах, когда вероятен подмес теплоносителя из контура ГВС, а также в открытых системах теплоснабжения из-за возможности испарения теплоносителя [1]. Этиленгликоль является токсичным веществом, не имеющим неприятного запаха, но обладающим сладковатым вкусом, представляет опасность для людей и животных во время протечки теплоносителя. Система отопления с применением этиленгликоля должна иметь надежную герметизацию, так как этиленгликоль является сильнейшим ядом. Любое попадание этого вещества в помещение может привести к серьезным отравлениям. Даже попадание раствора на от-



крытые участки кожи представляет опасность, поэтому при заправке системы отопления данным теплоносителем нужно строго соблюдать меры безопасности. В свободном доступе можно встретить два варианта такого теплоносителя – в концентрированном виде и в форме раствора, готового к применению. При необходимости вполне можно довести теплоноситель до требуемой концентрации, разбавляя его дистиллированной водой.

*Пропиленгликоль* – низкозамерзающий теплоноситель, который безопасен для человека и для окружающей среды, самый безвредный теплоноситель среди нестандартных. Гигроскопичная бесцветная жидкость, содержащая асимметричный атом углерода, растворимая в воде, этаноле, диэтиловом спирте, ацетоне и хлороформе [2]. Пропиленгликоль способен оставаться текучим при неполном испарении воды до минус 60 °С. Он обладает достаточно хорошими теплофизическими свойствами, низкой коррозионной активностью, а главное совместим со всеми материалами систем отопления. Характеристики пропиленгликоля в несколько раз превосходят характеристики этиленгликоля. При долгом вдыхании паров он остается безопасным и при случайном попадании внутрь не вызывает кишечной инфекции. Плотность теплоносителя на базе пропиленгликоля меньше по сравнению с этиленгликолевым теплоносителем. Растворы пропиленгликоля обладают «смазывающим» внутреннюю поверхность трубопроводов эффектом, что снижает общее гидравлическое сопротивление и тем самым повышает КПД системы отопления. Но многие отказываются от использования пропиленгликолевых теплоносителей из-за их завышенной стоимости, выбирая более экономичные варианты.

Еще один вид теплоносителя, используемый в системах отопления, – это теплоноситель на основе пищевого *глицерина*. Теплоносители на основе глицерина являются самыми распространенными теплоносителями. Безопасность его использования в открытых системах отопления не хуже теплоносителя на основе пропиленгликоля. Глицерин токсикологически и экологически безопасен. Достоинством глицерина является инертность по отношению к частям системы отопления, покрытых цинком. Но плотность глицерина выше

плотности воды на 15 %, что влечет за собой нагрузку на систему и большие затраты на его циркуляцию (в случае применения глицерина мощность циркуляционного насоса нужно увеличивать). Главным недостатком глицериновых теплоносителей является то, что производство подобных теплоносителей не стандартизировано. Каждый производитель устанавливает свои технические условия (ТУ). Поэтому качество таких теплоносителей остается под сомнением.

Основные сравнительные характеристики теплоносителей представлены в табл. 1 [1, 3].

*Таблица 1. Основные характеристики теплоносителей*

№	Свойство	Теплоноситель				
		Вода	Дистиллированная вода	Антифриз		
				Этиленгликоль	Пропиленгликоль	Глицерин
11	Температура замерзания, °С	0	0	-70	-65	-50
22	Коррозионная активность	+	+	-	-	-
33	Безопасность	+	+	-	+	+
44	Стоимость, руб./л	0,04	10–25	70–85	80–110	80–110
55	Срок эксплуатации, лет	≤ 1	≤ 1	5–10	5–10	8

Вид теплоносителя нужно изначально учитывать при проектировании системы отопления в связи с более низкой теплоемкостью незамерзающих жидкостей. Если все оборудование было рассчитано на использование воды, то при замене воды на антифриз могут возникнуть следующие проблемы.

– Не будет достаточно мощности отопительных приборов на компенсацию теплопотерь. Это связано с более низкой теплопроводностью ан-

тифризов. Эту проблему можно решить с помощью увеличения скорости теплоносителя, то есть поставив более мощный циркуляционный насос. Но гораздо эффективней будет увеличение количества секций радиаторов, если такое возможно.

– В закрытых системах отопления может оказаться недостаточным объемом расширительного бака, так как при нагревании антифриз расширяется больше, чем вода. Эту проблему можно решить, поставив еще один расширительный бак. Суммарный объем должен быть чуть больше требуемого (табл. 2) [4].

**Таблица 2. Норма объема расширительного бака для разного типа теплоносителя**

Объем системы, л	Объем расширительного бака, л	
	вода	этиленгликоль
120	25	35
345	50	80
580	80	100
810	100	150
1155	150	200
1730	200	300
2310	300	500
2890	300	500
3470	500	2*300

– Обычные резиновые прокладки при использовании этиленгликоля или глицерина через некоторое время разрушаются и протекают. Поэтому перед заливкой антифриза во всех разъемных соединениях прокладки следует заменить на паронитовые или тефлоновые.

Нет идеального теплоносителя, который отвечал бы всем требованиям потребителя. Но сравнив их можно сделать вывод, где и какой теплоноситель лучше всего применять.

Воду применять экономически выгодно в системах отопления с постоянным пребыванием жителей в холодный период года, однако использование во-

ды с периодичным запуском системы отопления влечет за собой ряд проблем, что ставит под вопрос использование такого теплоносителя.

Этиленгликоль возможно применить только в закрытых системах в нежилых помещениях с постоянным контролем утечек теплоносителя. При протечке и малейшем попадании этиленгликоля на поверхности пола, стен необходимо эвакуировать людей и производить замену поврежденного участка.

Использование антифриза на основе глицерина нежелательно по причине его термической нестабильности, высокой вязкости и сильном вспенивании, что приводит к ухудшению  $+17-20$  °С. В отличие от пропилен- и этиленгликолей при длительном нагреве свыше  $90$  °С глицерин разлагается с выделением летучих и канцерогенных веществ.

Самым эффективным и безопасным является применение пропиленгликоля. Несмотря на высокую стоимость, его можно применить в любых системах отопления, в том числе при использовании в системах отопления в холодный период года. Даже при полном испарении воды из него температура замерзания останется  $-60$  °С (у этиленгликоля  $-13$  °С). Его расширение при замерзании незначительно и составляет всего  $0,1$  % (у этиленгликоля  $1,5$  %). Использование пропиленгликоля также оправдывается минимальными затратами на него при ремонте системы, низкими эксплуатационными расходами и т. д.

При монтаже системы теплоснабжения следует учитывать, что разбавление антифриза более чем на  $50$  % ведет к ухудшению его антикоррозионных свойств, а также к выпадению осадка солей жесткости, растворенных в воде. Если антифриз разбавлен водой более чем на  $50$  %, то в раствор добавляются дополнительные присадки суперконцентрата. Для разбавления антифриза следует использовать воду с жесткостью до  $7$  рН. Использование воды с повышенным содержанием солей может привести к выпадению осадка. Если жесткость воды неизвестна, то рекомендуется предварительно смешать небольшое количество антифриза с водой в нужной пропорции и убедиться в отсутствии осадка. Но заливать антифриз не рекомендуется в системы, изготовленные из оцинкованных труб, так как при взаимодействии с цинком водогликолевая

смесь образует осадки, которые могут полностью блокировать работу системы. Следует помнить, что вид теплоносителя должен быть предусмотрен заранее при проектировании системы отопления.

### **Список литературы**

1. Виды теплоносителей (антифризов для отопления). URL: <https://studfiles.net/preview/404043> (дата обращения: 02.04.2019).
2. Пропиленгликоль. URL: <http://www.neboleem.net/propilenglikol.php> (дата обращения: 02.04.2019).
3. Торговая площадка Пульс Цен. URL: <https://www.pulscen.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
4. Какой теплоноситель лучше для отопления частного дома. URL: <https://stroychik.ru/otoplenie/teplonositel-dlya-sistemy-otopleniya#i-6> (дата обращения: 02.04.2019).

*Д. А. Чайка*, студент, loca\_post@mail.ru

*Л. А. Пушкарева*, кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Выбор способа огнезащиты деревянных конструкций зданий и сооружений**

*Рассматривается целесообразность применения различных способов защиты от огня деревянных конструкций при возведении зданий и сооружений, а также при дальнейшей их эксплуатации. Проведено сравнение по ряду критериев наиболее популярных и часто используемых методов огнезащиты и применяемых пропиток. Сделаны выводы об эффективности методов и видов пропиток. Сравнение стоимостных показателей методов и средств огнезащиты может быть интересно для различных пользователей рынка.*

**Ключевые слова:** деревянные конструкции, огнезащита, пропитка, автоклав.

### **Введение**

Немаловажную роль в увеличении сроков эксплуатации любых зданий и сооружений играет защита строений от огня. Вопросам огнезащиты посвящено множество исследований, среди которых можно отметить работы [1–3]. Актуальность проблемы возрастает в связи с тем, что новые инженерные изделия из древесины не только не теряют своей популярности, но и становятся все более привлекательным строительным материалом.

Целью данного исследования является оценка современных способов огнезащиты древесины по ряду критериев. Новизна исследования заключается в наглядном сравнении стоимостных показателей методов огнезащиты и применяемых пропиток.

## **Методы огнезащитной обработки древесины**

Методы огнезащиты древесины можно разделить на три основных вида:

- 1) пропитка древесины в автоклаве;
- 2) поверхностная обработка огнезащитным средством;
- 3) пропитка древесины методом прогрев – холодная ванна.

Менее распространены следующие методы:

- 1) добавление огнезащитного состава в сырье для получения прессованных деревянных изделий до стадии прессования;
- 2) нанокompозитные огнезащитные средства;
- 3) обработка древесины соединениями бора;
- 4) модификация дерева;
- 5) хемоферментный метод модификации целлюлозных материалов.

Рассмотрим особенности каждого метода.

Для пропитки древесины антипиренами под давлением необходимо оборудование, выдерживающее как избыточное давление, так и вакуум. Задача огнезащитной пропитки под давлением заключается в том, чтобы найти подходящие стойкие химикаты с минимальным отрицательным влиянием на физико-механические свойства древесины.

Основным отличием поверхностной обработки древесины от пропитки под давлением является глубина проникновения огнезащитного состава. Поскольку возгорание и горение являются поверхностными процессами, обработка поверхности предотвращает воспламенение и возгорание, что достаточно эффективно. С другой стороны, пропитка под давлением долговечнее, чем обработка поверхности. Но в случае ранее построенных объектов и временных сооружений поверхностная обработка целесообразнее.

Прогрев – холодная ванна является подвидом пропитки под давлением, но имеет особенности. Долговечность данного метода огнезащиты в основном зависит от характеристик пропиточного средства, во вторую очередь – от деталей процесса пропитки.

Недостаток огнезащитной обработки изделий из древесины, изготовленной прессованием, путем добавления огнезащитного состава в сырье до стадии прессования заключается в том, что другие свойства, кроме огнестойкости, снижаются при увеличении количества антипирена.

Нанокompозитные огнезащитные средства в настоящее время адаптируются также к изделиям из древесины. Основная проблема применения нанокompозитной техники для повышения огнестойкости древесины связана с общим принципом нанокompозитных антипиренов. В случае древесины создание интеркалированной структуры для молекул целлюлозы в нанометровом масштабе затруднительно.

Обработка жидкими соединениями бора применяется давно как эффективное средство защиты древесины. Одним из достаточно новых методов является применение газообразного бора, хорошо проникающего в породы древесины, которые трудно пропитать обычным способом. Однако пригодность метода для огнезащитных обработок не изучалась.

Древесина может быть модифицирована либо химически, либо физически. Примером физической модификации является сжатие древесины, что хорошо сказывается на огнезащитных свойствах. Увеличение удельного веса и твердости поверхности древесины существенно не изменяет огнезащитных свойств древесины.

Не так давно изобретенный хемоферментный метод модификации целлюлозных материалов применим к широкому спектру целлюлозных материалов от регенерированной целлюлозы до химических и механических древесных масс. Этот метод имеет широкую область применения и используется для введения целого ряда функциональных групп в целлюлозу.

### **Сравнение способов огнезащиты и огнезащитных пропиток**

В табл. 1 приведено сравнение характеристик трех наиболее популярных способов огнезащиты древесины по ряду критериев, соответствующих стандартам (ГОСТ 20022.6–93. Защита древесины. Способы пропитки. ГОСТ 16363–98. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств).



Таблица 1. Характеристики способов огнезащиты

Критерий сравнения	Наименование способа		
	Пропитка автоклавом	Поверхностная пропитка	Прогрев – холодная ванна
Назначение	Защита конструкций из дерева от воспламенения и горения		
Средний срок огнезащиты	от 2 до 10 лет, в зависимости от вида пропитывающего средства		
Группа огнезащитной эффективности	I–II	II	I–II
Класс условий службы изделий	I–VIII	I–VIII	I–VII
Класс защитного средства по растворимости	BP	BP, Л	BP, Л, М
Предпочтительная влажность изделий	не более 30%	не более 30%	не более 30 % при пропитке защитными средствами и не более 25 % при пропитке маслами
Контроль	влажность	нет	влажность, плотность
Глубина проникновения пропитки	1–10 мм	до 1 мм	1–5 мм
Затраты	стоимость пропитки + стоимость автоклава + стоимость рабочей силы	стоимость пропитки + стоимость рабочей силы	стоимость пропитки + стоимость резервуара, специальных ванн + стоимость рабочей силы

Современный рынок предлагает большой выбор огнезащитных средств. Сравним наиболее популярные пропитки: NEOMID 450, выпускаемую московской компанией «ЭКСПЕРТЭКОЛОГИЯ-НЕОХИМ»; «СЕНЕЖ ОГНЕБИО ПРОФ», производимую компанией «СЕНЕЖ», а также Piralax Classic, которую поставляет ижевский производитель «НПО НОРТ».

В табл. 2 эти виды пропиток сравниваются по ряду критериев, приводимых в дальнейшем к стоимостной оценке пропиток.

Таблица 2. Характеристики видов пропитки

Критерий сравнения	Наименование пропитки		
	NEOMID 450	СЕНЕЖ ОГНЕБИО ПРОФ	Piralax Classic
Средний срок огнезащиты	7 лет	5 лет	5 лет (снаружи здания) и 16 лет (внутри здания)
Группа огнезащитной эффективности	II	I-II	I-II
Расход	400 г/м <sup>2</sup>	600 г/м <sup>2</sup> (I гр) или 300 г/м <sup>2</sup> (II гр)	280 г/м <sup>2</sup> (I гр) или 180 г/м <sup>2</sup> (II гр)
Фасовка	5, 10, 20, 30, 200 (кг)	5, 25, 75, 80 (кг)	1,1, 3,5, 11, 24, 50 (кг)
Затраты	451 руб./5 кг	450 руб./6 кг	9180 руб./50 кг

Ниже рассчитывается стоимость каждой пропитки за 1 м<sup>2</sup>.

1. NEOMID 450:

$Q = 0,4 \cdot 451 / 5 = 36,08$  руб./м<sup>2</sup> – для II группы огнезащитной эффективности.

2. СЕНЕЖ ОГНЕБИО ПРОФ:

$Q = 0,6 \cdot 450 / 6 = 45$  руб./м<sup>2</sup> – для I группы огнезащитной эффективности;

$Q = 0,3 \cdot 250 / 6 = 22,5$  руб./м<sup>2</sup> – для II группы огнезащитной эффективности.

3. Piralax Classic:

$Q = 0,28 \cdot 9180 / 50 = 51,41$  руб./м<sup>2</sup> – для I группы огнезащитной эффективности;

$Q = 0,18 \cdot 9180 / 50 = 33,05$  руб./м<sup>2</sup> – для II группы огнезащитной эффективности.

Данные таблиц и расчетов позволяют выбрать наиболее подходящий способ огнезащиты и вид пропитки в зависимости от заданных условий.

## **Выводы**

Автоклавная пропитка наиболее долговечна, но имеет и самую высокую стоимость. В большинстве случаев для огнезащиты деревянных конструкций зданий и сооружений наиболее целесообразным является поверхностная пропитка защитными растворами. Несмотря на небольшую глубину проникновения пропитки, по среднему сроку огнезащиты она не отстает от своих конкурентов, однако ее стоимость гораздо меньше.

Рассмотрев и изучив особенности наиболее популярных в настоящее время пропиток, а также сравнив их стоимости, можно сделать вывод, что наилучшей для II группы огнезащитной эффективности является пропитка Piralex Classic, имеющая оптимальные показатели соотношения цены, качества и долговечности использования.

## **Список литературы**

1. *Страхов В. Л., Крутов А. М., Давыдкин Н. Ф.* Огнезащита строительных конструкций / под ред. Ю. А. Кошмарова. М. : ТИМР, 2000. 433 с.
2. *Тычино Н. А.* Эффективность огнезащиты древесины с точки зрения нормирования // Пожаровзрывобезопасность. 2001. Т. 10, № 3. С. 13–16.
3. *Трушкин Д. В.* Совершенствование методологии определения пожарной опасности строительных материалов : дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 221 с.

*А. Ф. Ахметзянов*, магистрант, ahmetzyanov-1996@mail.ru

*С. О. Позолотин*, магистрант, Pozolotin.stepan@gmail.com

*Р. В. Файзуллин*, кандидат экономических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Программа для торговли коинтегрированными парами акций**

*Стратегия парного трейдинга довольно популярна на рынке. Она основана на чистой статистике, что делает ее привлекательной для алгоритмической торговли. Общей смысл сводится к нескольким шагам: найти пару, проверить ее поведение, определить границы входа в позицию и направление (лонг/шорт). Пары ищут с помощью корреляции, но корреляция в чистом виде может сослужить плохую службу. Разница пар должен быть стационарной и обладать коинтегрированностью. Были проверены три метода поиска пар, из которых лучшими оказались второй и третий способы.*

**Ключевые слова:** временной ряд, корреляция, коинтеграция, стационарность,  $p$ -значение.

Торговля на бирже в 21 веке – это крайне высокотехнологичный процесс. Чтобы инвестор мог осуществить сделку, разрабатываются разнообразные торговые терминалы, создаются брокерские системы, которые могут справляться с большой нагрузкой, реализовываются API к ним, прокладываются высокоскоростные каналы связи, вводятся в строй новые технологии и т. д. Это неудивительно, так как между успехом и провалом, прибылью или убытками на фондовом рынке часто лишь доли секунды. Поэтому все должно работать как часы и очень быстро [6].

Рассмотрим две акции, имеющие глубокую экономическую связь, цены которых всегда меняются в одном направлении со скоростью, характерной для каждой акции.

Если мы вычтем данные одного временного ряда из другого, то данная разность должна нарисовать кривую, двигающуюся вокруг среднего значения всех элементов. При этом данные каждого временного ряда должны быть нестационарны.

Сигналами являются минимальные и максимальные отклонения спреда от нуля. Когда разница на минимуме – необходимо купить акцию **A** и продать акцию **B**. Когда разница на максимуме – покупаем акцию **B** и продаем акцию **A**. В обоих случаях закрываем позицию около нуля [5].

### **Введение в корреляцию/коинтеграцию**

Здесь будут рассмотрены два временных ряда, сформированных из набора произвольных значений нормального распределения. Для получения графика изменений посчитаем кумулятивную сумму значений элементов – это первый временной ряд [1].

Для получения второго ряда используем первый, добавив в него произвольного шума и сместив значение на фиксированную величину.

Проверив значения коинтеграции и корреляции, видим, что разница пары стационарна,  $p$ -значение рядом с нулем и имеет высокую корреляцию около 95 %.

### **Корреляция без коинтеграции**

Однако есть случаи, когда ряды имеют высокую корреляцию без коинтеграции. Пара с таким свойством не подходит для парного трейдинга. Оба ряда имеют высокую корреляцию около 99 % и проваливают тест на коинтеграцию с  $p$ -значением 0,885 (рядом с единицей). Разница имеет тенденцию роста со временем [2].

### **Коинтеграция без корреляции**

Завершим знакомство примером стационарной пары без корреляции. Возьмем набор данных из нормального распределения и сравним его с квадратной волной [2].

Теперь тесты показывают  $p$ -значение, равное нулю, что говорит о наличии коинтеграции пары и корреляцию рядом с нулем, а также указывает на от-

существование корреляции между ними. Эти две пары подходят для парного трейдинга, так как разница всякий раз возвращается к нулю.

### **Парный трейдинг: 1 из 3 способов поиска пар**

Первый из трех способов автоматического поиска пар на Python для торговли по стратегии «парного трейдинга» был найден в научной литературе [1]. Исходя из результатов, во всех примерах мы будем использовать только поиск коинтеграции.

#### **Кратко о «парном трейдинге»**

В основе стратегии лежит предположение, что есть две акции, которые имеют глубокую экономическую связь друг с другом, и их цена движется в одном направлении с разной скоростью. Когда отстают акция **A**, мы ее покупаем и одновременно продаем в короткую акцию **B**. И наоборот.

Используем дневные цены закрытия, отрегулированные на дивиденды и сплиты.

#### **Подготовка к поиску**

Для правильной работы необходимо соблюсти следующие условия.

- Истории цен должны быть равной длины. (*Результат сравнения историй за 200 дней и за 20 дней может быть непредсказуем.*)
- Значения должны быть переведены в относительные величины. (*Тяжело сравнивать активы за \$200 и за \$1.*)
- Каждая история не должна обладать стационарностью сама по себе. (*Важна именно стационарность спреда пары, а не отдельного актива в ней.*)

Коинтеграцию каждого временного ряда будем проверять с помощью метода Дики – Фуллера

#### **Простой коинтеграционный тест**

Используем самую первую попавшуюся на глаза функцию для проверки пары на стационарность.

Функция поиска пар получает словарь с историей относительного изменения цен и последовательно проверяет каждую пару. Для 1500 активов это примерно 1,1 миллиона вариантов.

Выбираем пары с оценкой ниже 5 % уровня ошибки и  $p$ -значением меньше 0,001.

На момент написания статьи тест нашел 6400 пар (~0,6 %), поиск загружал 1 ядро процессора и длился порядка 45 минут. Вот первые несколько пар с наименьшим  $p$ -значением:

- XIV, SVXY.
- IWB, SPY.
- IVV, SPY.

### **Проверка найденных пар**

Проверим несколько графиков найденных пар и оценим результаты, чтобы оценить, можно ли положиться на скрипт для автоматического поиска. Для проверки возьмем произвольные пары. Первый тест показал, что была временная коинтеграция. Во втором тесте коинтеграция отсутствует.

Первый способ не удовлетворяет качественному поиску пар, поэтому мы решили применить еще два способа поиска пар Дики – Фуллера и метод скользящих средних.

### **Парный трейдинг: 2 из 3 способов поиска пар (ДФ)**

До этого мы рассмотрели первый способ поиска пар для стратегии «парного трейдинга», который работал относительно быстро, но результаты требовали тщательной обработки напильником, то есть дополнительной визуальной проверки графиков для выбора подходящих кандидатов.

На этот раз мы рассмотрим метод поиска коинтеграции по методу Дики – Фуллера [3].

### **Тест Дики – Фуллера**

Данный тест проверяет временной ряд (историю изменения цены) на стационарность (наличие коинтеграции). Осуществляется проверка наличия у временного ряда единичного корня.

Выбираем пары с оценкой ниже 5 % критического порога и  $p$ -значением меньше 0,001.

На март 2018 г. метод нашел 1599 пар (~0,13 %), в 4 раза меньше, чем прошлый способ. Поиск загружал все ядра процессора кроме одного и занял почти 2 часа. Вот пять пар с наименьшим  $p$ -значением:

1. XIV, SVXY.
2. TRN, AMAT.
3. IPHI, TRN.

На первом месте индекс волатильности, а вот дальше в каждой паре есть компания. Просмотр графиков данных пар не выявил абсолютных провалов, в отличие от прошлого раза.

### **Проверка найденных пар**

Для визуальной проверки алгоритма выберем несколько пар.

Первая пара действительно стационарна и дает сигналы для торговли.

График второй пары удовлетворяет задаче и дает хорошее количество сигналов.

### **Парный трейдинг: 3 из 3 способов поиска пар (ЕМА)**

Этот способ самый быстрый и самый эффективный. Хотя эффективность достигается уже благодаря анализу полученного набора пар.

В основе данного способа лежит анализ скользящих средних каждого актива [4].

### **Предположение**

Экспоненциальные скользящие средние у пар, подходящих для «парного трейдинга», будут находиться рядом, и их можно отобрать по фильтру среднего значения спреда пары.

Попробуем сравнивать спред между ЕМА-50 (средние за 50 дней). Фильтр по порогу среднего значения спреда давал много «мусора», что склонило к использованию 70 % перцентиля. То есть нам подойдут пары, если максимальное абсолютное значение 70 % спреда меньше трех.

Дополнительно необходимо проверять найденные пары на стационарность. Вспоминая прошлые наблюдения, эта проверка является крайне прожорливой к ресурсам, но в этот раз на нашей стороне предварительный фильтр по



спреду ЕМА-50 и нам необходимо проверить только найденные пары, которых будет не много.

На март 2018 г. метод нашел 2056 пар (~0,32 %), включая не стационарные. Поиск загружал все ядра процессора кроме одного и занял почти... 3 минуты, в отличие от второго способа, затянувшегося на 2 часа.

В этот раз для исключения «мусора» проведем сбор дополнительных данных и отфильтруем плохие пары. А искать будем следующее:

- стандартное отклонение спреда за последние 2 месяца.
- количество пересечений сигнальной z-оценкой  $-1$ ,  $0$  и  $1$ .

Отфильтруем резкое падение стандартного отклонения за последние 2 месяца, оставим только стационарные пары и упорядочим по количеству пересечений z-оценки нуля. Нам будет доступна всего 1731 пара. Это много и необходимо отфильтровать пары по необходимым признакам.

Вот три пар с наибольшим количеством пересечений нуля z-оценкой:

1. SNV, KBWB.
2. WEC, DUK.
3. ETFC, SCHW.

За время экспериментов заметили, что истории цен различаются в зависимости от источника. В частности с этим связано добавление фильтра падения сигмы за последние два месяца.

### **Проверка найденных пар**

Спред первой пары стационарен и дает сигналы для торговли.

Вторая пара имеет стационарный спред, достаточное количество сигналов.

### **Выводы**

Первый из трех методов имеет право на существование. Удается найти хорошие пары, которые достойны участия в бэкстестинге. Но одновременно к нам приходит большое количество «мусора», что заставляет отсматривать результаты вручную. Лучше себя проявил поиск с помощью метода Дики – Фуллера, о котором мы будем писать дальше.

Второй способ работает примерно в два с лишним раза медленнее первого и дает значительно лучшие результаты. Для быстрого поиска большого количества пар не подходит, но если запускать его на ночь, то с утра можно приступить к анализу потенциальных кандидатов.

Анализ результатов поиска третьим способом оставляет положительные впечатления. Все найденные пары, включая пары с минимальным количеством пересечений нуля сигнальной  $z$ -оценкой (мин. 8), удовлетворяют базовым требованиям стратегии «парного трейдинга». Способ работает очень быстро и подходит для беглого обзора рынка.

### Список литературы

1. Tim Leung, Xin Li. Optimal Mean Reversion Trading: Mathematical Analysis and Practical Applications (Modern Trends in Financial Engineering). М. : Альпина, 2011. 1001 с.
2. Antti Nikkanen. Pairs trading the commodity futures curve. М. : Альпина, 2010. 656 с.
3. *Рассел Джесси*. Тест Дики – Фуллера. Новосибирск : МИФ, 2013. 984 с.
4. *Джек Швагер*. Технический анализ : Полный курс. М. : Изд-во СО РАН, 2005. 744 с.
5. *Ксения Кузнецова*. Торговая стратегия для торговли коинтегрированными парами акций. URL: <https://habr.com/ru/post/344674/> (дата обращения: 28.10.2018).
6. *Файзуллин, Р. В.* Классификация систем помощи принятия решений на бирже // Вестник Ижевского государственного технического университета, 2009. № 1 (41). С. 56–58.

*А. А. Бабушкина*, бакалавр, golaid12@gmail.com

*О. В. Ткачук*, бакалавр, olga.tkachuk.99@mail.ru

*Т. С. Шумихина*, бакалавр, tanyushka.schumihina@yandex.ru

*Г. Г. Нагимуллина*, бакалавр, guzaliya\_nagimullina@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Создание мобильного приложения «Домашняя корзина»**

*Рассмотрено проектируемое мобильное приложение «Домашняя корзина», которое послужит практичным и полезным инструментом, облегчающим ведение домашнего хозяйства. Приведен функционал приложения, его планируемый интерфейс, рассмотрены ближайшие аналоги и их недостатки, сделаны выводы об актуальности и необходимости разработки приложения «Домашней корзины».*

**Ключевые слова:** семейный бюджет, товары, мобильное приложение, интерфейс, смартфон.

### **Введение**

В настоящее время всё бóльшую популярность набирают различные приложения для смартфонов, которые значительно упрощают жизнь их пользователей. Успехом пользуются не только приложения всем известных социальных сетей, фоторедакторы и игры, но и различные приложения-помощники экономической направленности, облегчающие ведение домашнего хозяйства, формирование семейного бюджета и др.

### **Аналоги**

Анализ аналогов – важный этап, который формирует основу для начала работы над собственным продуктом.

### *Мобильное приложение «Купи батон»*

С помощью данного приложения можно вводить список продуктов и их количество, позиции в списке группируются автоматически, имеется встроенный словарь по продуктам. В платной версии программы доступна облачная синхронизация списков между устройствами, которая позволяет вести списки с другими людьми в реальном времени. Приложение может отправлять списки покупок по почте и SMS, есть возможность распечатывать списки [1, 2]. Интерфейс приложения «Купи батон» представлен на рис. 1, а.

### *Мобильное приложение «Список покупок: за хлебом!»*

Приложение позволяет создавать список необходимых покупок. Особо важные покупки можно выделить из общего списка маркером, а вычеркивание покупки происходит одним касанием. В программе есть встроенный голосовой набор и функционал для чтения штрих-кодов. Можно создавать отдельные перечни покупок для различных магазинов, пересылать списки на другие устройства [1, 2] (рис. 1, б).

### *Мобильное приложение «Купи меня»*

Приложение имеет яркий интерфейс. Список покупок в нем легко составить и редактировать. В программе уже есть собственная база продуктов, и при добавлении позиций она автоматически подставляет необходимые слова и подгружает уже имеющиеся картинки продуктов, соответствующие вводимому наименованию. Купленные позиции помечаются зачеркиванием и затемнением и перемещаются в конец списка. В приложении предусмотрена синхронизация через iCloud [1, 2]. Интерфейс мобильного приложения «Купи меня» представлен на рис. 1, в.

### *Мобильное приложение «За покупками: listick»*

Приложение позволяет создавать неограниченное количество списков и шаблонов. В программу уже встроена база данных товаров, и по первым введенным буквам предлагаются варианты наименований, приложение добавляет их в список и автоматически определяет категорию. В приложении предусмотрена возможность вести учет своих расходов по датам и категориям продуктов.

Созданные списки синхронизируются в облачном хранилище и доступны на всех ваших устройствах. В приложении имеется несколько видов сортировок, возможность маркировки наиболее важных позиций, голосовой ввод, несколько видов дизайна, купленные товары вычеркиваются одним движением. Также программа может создавать список из входящей SMS и отправлять готовые списки по электронной почте и SMS [1, 2]. Интерфейс приложения «За покупками: listick» представлен на рис. 1, г.

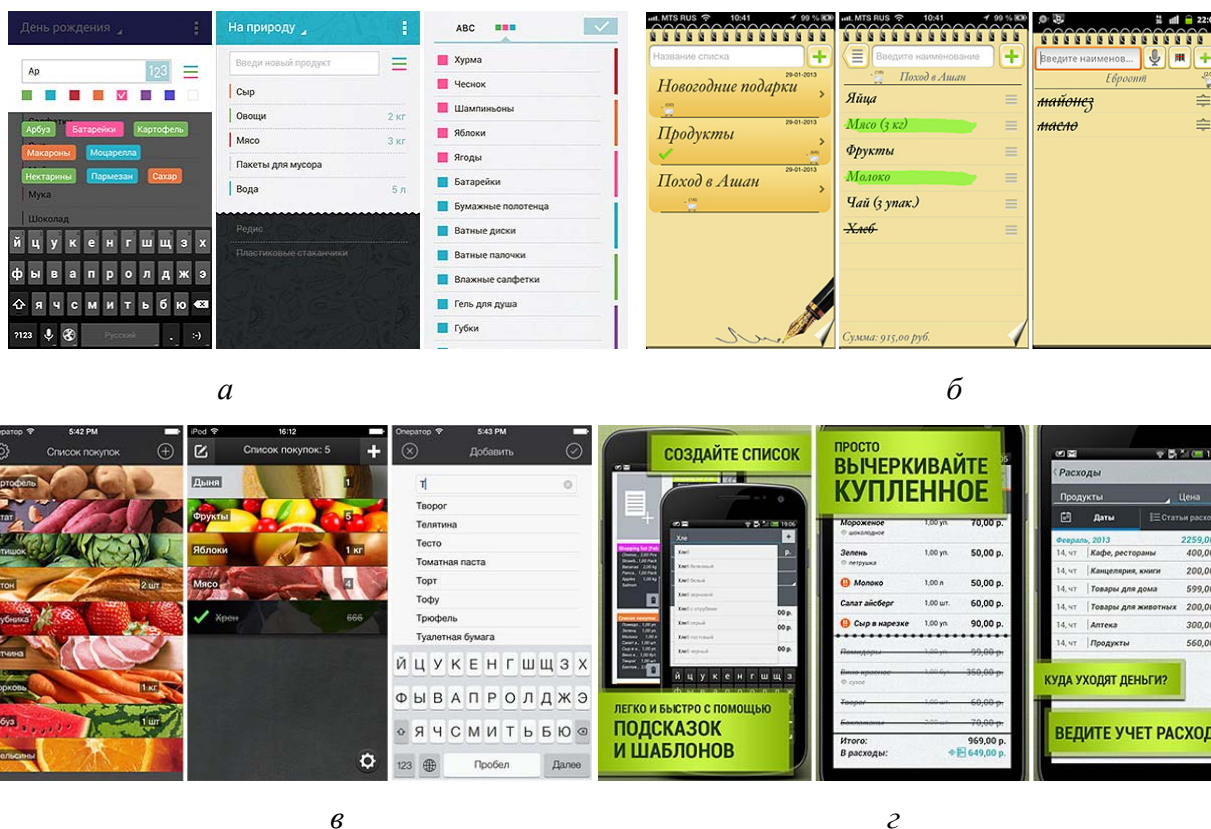


Рис. 1. Интерфейсы приложений:

Среди недостатков перечисленных выше аналогов можно отметить малый функционал, например, не во всех приложениях реализована возможность синхронизации списков покупок между различными устройствами, отсутствует автоматическое добавление продуктов в список покупок, невозможность обмениваться сообщениями, отсутствие кнопки «я куплю» и др. Расширить возможности приложений можно за дополнительную плату, что могут позволить себе не все пользователи.

Было принято решение исправить эти недостатки в разрабатываемом приложении, сделав приложение «Домашняя корзина» бесплатным и более функциональным.

Идея нашего приложения состоит в помощи и поддержке семьи в организованном ведении домашней экономики и рационального использования времени, отводимого на покупку продуктов и товаров.

Цель – экономия времени и средств семейного бюджета.

Функционал приложения соответствует принципам современного ведения домашнего хозяйства и облегчает этот процесс. Рассмотрим, что представляет собой приложение «Домашняя корзина».

1. Список покупок и добавление категорий. Основная функция проектируемого приложения – это оперативное создание списка покупок. Он создается по категориям товаров, уже внесенным в приложение. Категории имеют собственные иконки, по которым пользователю проще ориентироваться в списках.

В приложении используется следующая классификация товаров.

- Продовольственные товары: хлебобулочные и кондитерские изделия, плоды и овощи, напитки (алкогольные, безалкогольные), молочно-масляная, мясная и рыбная продукция, колбасные и яичные изделия.

- Непродовольственные товары: бытовая химия, предметы гигиены, товары для животных, товары для дома.

Также существует возможность добавления пользователем новых категорий, выбор и загрузка собственных изображений для них. Приложение позволяет создавать несколько списков, наглядно отображать их, классифицировать, датировать. После того как продукт приобретен, его можно легко вычеркнуть из списка одним касанием.

2. Учет уже имеющихся продуктов и товаров для дома. В приложение уже встроена готовая база данных продуктов и товаров для дома, а введение наименований товаров облегчается функцией поисковых подсказок. Это облегчает ведение учета имеющихся в доме продуктов. Пользователь вводит название товара, его размерность и необходимое количество. Когда данный продукт

заканчивается, то он автоматически добавляется в список покупок, при этом выделяется цветом.

3. Семейный чат. Члены семьи могут уточнить детали по продуктам, которые были внесены в список покупок, связаться друг с другом, когда один находится в магазине.

4. Кнопка «Я куплю». Нововведением нашего приложения является кнопка «Я куплю». Она помогает одному из членов семьи объявить остальным о возможности купить тот или иной товар, что очень удобно, так как экономит время и ресурсы семьи, облегчает коммуникацию.

5. Оповещения. Оповещения приходят в следующих случаях: занесение новой позиции в список покупок, снятие позиции, пометка отметки «Я куплю», сообщения в чате, информация из подключенного приложения Едадил.

6. Синхронизация с Едадил для подбора скидок. Проектируемое приложение синхронизируется с Едадил. Сначала пользователь выбирает необходимый магазин на карте, приложение отображает набор скидок и специальных предложений, действующих в данном магазине.

7. Бюджет и планирование стоимости покупки. Приложение позволяет осуществлять примерный расчет стоимости покупки и сохранять статистику расходов, что позволяет планировать бюджет.

Примерный интерфейс приложения представлен на рис. 2.

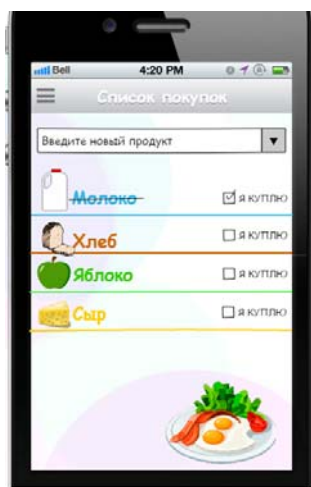


Рис. 2. Интерфейс создаваемого мобильного приложения «Домашняя корзина»

## **Заключение**

В ходе проведенного исследования было спроектировано мобильное приложение «Домашняя корзина». Оно выгодно отличается от аналогов, объединяя все их функции и при этом имея отличительные особенности: удобный интерфейс, функцию «Я куплю», большую базу наименований товаров, включающую также непродовольственные товары, учет расходов. Данное приложение будет полезно владельцам смартфонов, которые ведут учет своих покупок.

## **Список литературы**

1. *Переверзева, К. С.* 5 популярных смартфон-приложений для покупок. URL: [https://www.kleo.ru/items/house/prilozheniya\\_dlya\\_pokupok.shtml](https://www.kleo.ru/items/house/prilozheniya_dlya_pokupok.shtml) (дата обращения: 25.03.2019).
2. *Матвеева, А. А.* Полезные приложения для кулинаров. URL: [https://1000sovetov.ru/article\\_poleznye-prilozheniya-dlya-kulinarov](https://1000sovetov.ru/article_poleznye-prilozheniya-dlya-kulinarov) (дата обращения: 25.03.2019).



*Н. С. Балтачев*, студент, nikitabaltachev@mail.ru

*А. Н. Жуков*, студент, alexej.zhukov7@gmail.com

*А. Н. Гуменюк*, магистрант

*И. С. Полянских*, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Повышение коррозионной стойкости бетонов и растворов введением добавки на основе промышленных отходов**

*Приведены результаты анализа ситуации с накоплением отходов нефтеперерабатывающей промышленности, которые показали, что основным многотоннажным отходом производства в настоящее время является техническая сера. Определены основные технические характеристики отхода производства, оценка которых показала возможность использования данного материала в качестве модифицирующей добавки для бетонов и растворов, что подтвердили результаты лабораторных исследований.*

**Ключевые слова:** техническая сера, модификация, поверхностная обработка, коррозионная стойкость, изменения микроструктуры.

Повышение долговечности строительных материалов за счет улучшения отдельных свойств бетона является в настоящее время актуальной задачей строительного материаловедения. Увеличение сроков эффективной эксплуатации конструкций и сооружений вызывает интерес со стороны улучшения качества и свойств современных конструкционных материалов на минеральном вяжущем. Важную роль в достижении требуемых характеристик играет коррозионная стойкость бетонов и растворов. В наше время разработка таких композиций является актуальной задачей строительного материаловедения вследствие подверженности конструкций агрессивному воздействию городской среды. Кроме того,

получение материалов с повышенными показателями стойкости и долговечности позволит расширить сферу применения цементных материалов [1–7].

Соответствие состава и структуры материалов условиям эксплуатации конструкций и сооружений может достигаться применением многофункциональных добавок. На сегодняшний день это один из самых эффективных методов получения требуемых эксплуатационных показателей [8].

Во всем мире существует большое количество разнообразных модификаторов, оптимизированных под строительные составы, однако сдерживающим фактором в использовании синтезированных добавок является их высокая стоимость. Решить данную задачу возможно применением отходов промышленности в качестве сырья для получения модификаторов, что позволит решить проблему утилизации техногенных отходов, а также экономически целесообразного способа получения сырья для производства строительных материалов.

Анализ технологических свойств серы [5], результатов исследований сероасфальтобетона [9], а также успешного применения золь-гель-технологии [7] позволяет сделать вывод о возможности применения технической серы в качестве эффективной добавки при производстве материалов и изделий.

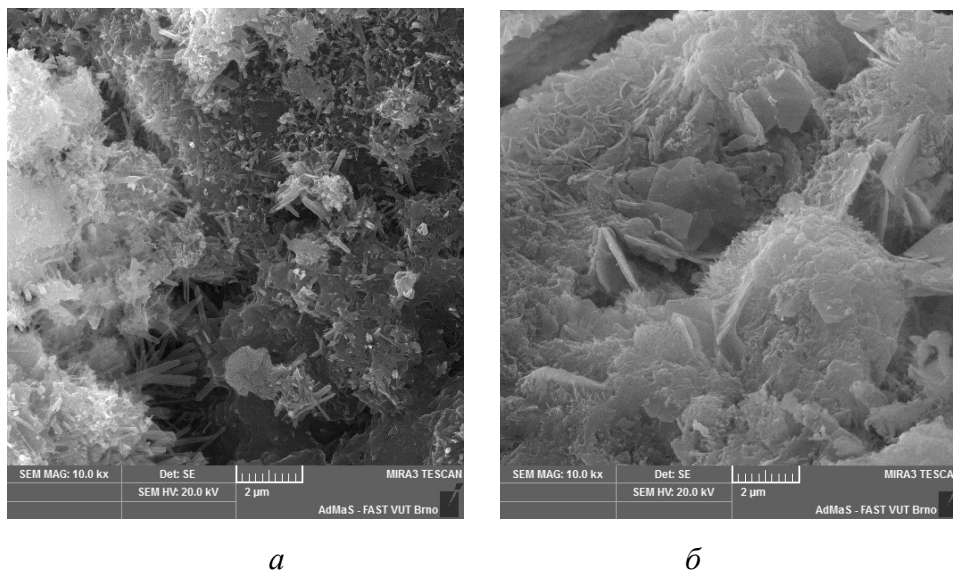
Следует учесть, что основная часть технической серы после переработки нефтепродуктов имеет дисперсную форму, и разработать технологию получения добавки, в которой будет использоваться порошковая фракция серы.

В качестве основного модифицирующего компонента в исследовании применялась порошкообразная высокодисперсная техническая сера, отход производства ОАО «Танеко» (г. Нижнекамск).

Технология получения модификатора заключалась в получении суспензии технической серы в органическом растворителе, затем сера, выпавшая в осадок, просушивалась и в зависимости от массы вяжущего вводилась в композиционный материал. Доля добавки составляла 2 % (I состав), 5 % (II состав), 7 % (III состав) и 10 % (IV состав) от массы цемента, водовяжущее отношение оставалось постоянным для всех составов. Далее отформованные образцы помещались в сушильный шкаф, где выдерживались при температуре 120 °С (температура плавления и полимеризации серы) в течение 60 минут (время не-

обходимое для равномерного нагрева стандартных образцов-кубиков азмером 20×20×20 мм).

С целью изучения морфологии новых фаз, выявления изменений структуры новообразований при модификации составов применялась растровая электронная микроскопия. Сравнивалась микроструктура контрольного образца (без добавки) и образца III состава (7 % серы) (рис. 1).



*Рис. 1.* Микроструктура цементного камня ( $\times 10\ 000$ ): *a* – контрольный образец; *б* – образец с добавкой (7 %)

При анализе микроструктуры контрольного и модифицированного образцов следует отметить повышенную плотность последнего, образованную аморфными сростками, которые связывают видоизмененные кристаллы гидросиликатных новообразований.

Результаты таких структурных преобразований позволяют сделать выводы о возможности изменения сопротивления полученного материала действию коррозионной среды. В качестве агрессивной среды использовался однонормальный раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Для определения сульфатостойкости образцов всех составов, включая контрольный, применялся метод титрования – анализ, основанный на измерении количества реагента, который полностью реагирует с анализируемым веществом –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . В качестве титранта использовалась 5%-я серная кислота

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Титрование выполняли каждые 2 дня, после чего фиксировали расход кислоты, требуемый для нейтрализации щелочи.

После 28 суток выдержки в агрессивной коррозионной среде проводился анализ прочностных показателей (рис. 2).

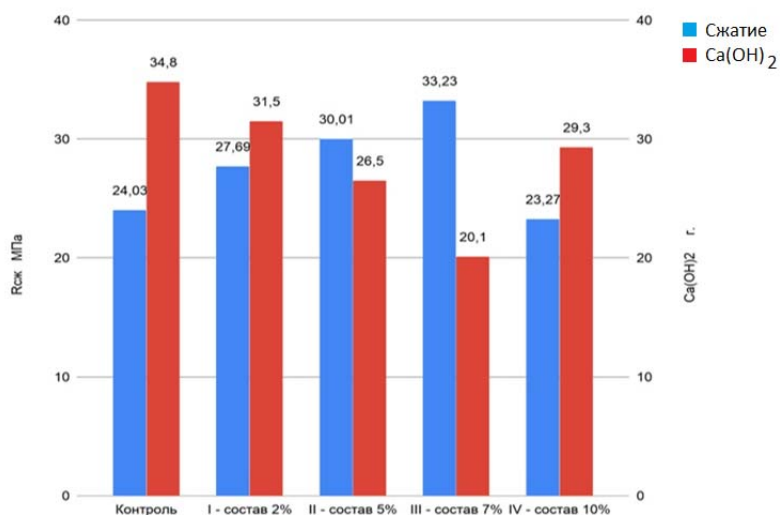


Рис. 2. Прочность цементных составов после выдержки в 1N растворе Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Результаты испытаний в агрессивной среде показывают, что наилучшие показатели имеют образцы III состава. Выделение Ca(OH)<sub>2</sub> в данном случае находится на максимально низком уровне, масса анализируемого вещества снизилась на 42,2 % по отношению к контрольному образцу. Также показатели по прочности положительно выделяются среди остальных составов, превысив на 27,7 % значения контрольного образца.

Исходя из полученных результатов, можно сделать следующие выводы:

- добавка на основе технической серы обладает практическим потенциалом применения, который заключается в возможности ее использования для модификации композиций на основе цементных вяжущих;
- оптимальный состав обладает повышенными эксплуатационными характеристиками – прочностью на сжатие, плотность и коррозионная стойкость.

## Список литературы

1. *Ksiazek M.* The influence of penetrating special polymer sulfur binder - Polymerized fur applied as the industrial waste material on concrete water tightness, *Composites, Part B-Engineering*, 2014, 62, 137-1422.
2. *Siddique R.* Utilization of wood ash in concrete manufacturing, *Resources Conservation and Recycling*, 2012, 67, 27-33.
3. *Юдина, Л. В.* Сухие строительные смеси на основе шлакощелочных вяжущих для использования в условиях агрессивной сульфатной среды /Л. В. Юдина, В. В. Турчин, С. В. Сычугов // Сухие строительные смеси. 2016. № 5. С. 17–23.
4. *Polyanski I.S., Yakovlev G.I., Gordina A.F., Gumenyuk A.N., Drohitka R., Urhanova L.A.* Compositions based on industrial sulfur sol for gypsum materials // Сборник трудов 20. Internationale Baustofftagung, 12-14 september 2018. Weimar: Bauhaus. Band 2, 2018, pp. 569-575.
5. *Менковски, М. А.* Технология серы / М. А. Менковски, В. Т Яворский. М. : Химия, 1985. 328 с.
6. *Miryuk O., Belyaeva V., Borisov I.* Magnesium fine-aggregate concrete based on integrated use of technogenic materials. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2016, pp. 12311-12320.
7. *Sofia F. Korenkova, Yulia V. Sidorenko.* Improving durability of cement composite materials. *ScienceDirect*, 2015, pp. 420-424.
8. *Xianming Shi, Zhengxian Yang, Yajun Liu, Doug Cross.* Strength and corrosion properties of Portland cement mortar and concrete with mineral admixtures. *Construction and Building Materials*, 2011, pp. 3245-3256.
9. *Васильев, Ю. Э.* Исследование коррозионной устойчивости сероасфальтобетона / Ю. Э. Васильев, О. А. Воейко, Д. С. Царьков // Наукоедение. 2014. № 5. С. 1–12.

*И. С. Вярғизов*, магистрант, Vyargizov@gmail.com

*Н. И. Орлов*, магистрант

*А. Э. Пушкарев*, доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Использование мини-турбин для выработки энергии на высоконапорных водоводах на нужды теплоснабжения\***

*Проведен анализ использования мини-турбин для выработки энергии на высоконапорных водоводах системы поддержания пластового давления на нужды теплоснабжения. Приведена возможная схема применения мини-турбин в системах теплоснабжения, рассчитана их мощность. Сделаны выводы о перспективах использования мини-турбин для отопления объектов инфраструктуры.*

**Ключевые слова:** мини-турбины, энергия, высоконапорный водовод, теплоснабжение, инфраструктура.

Эксплуатация высоконапорных водоводов системы поддержания пластового давления подразумевает возможность использования мини-турбин с целью выработки энергии для теплоснабжения объектов магистральной инфраструктуры. У данного решения есть несколько преимуществ. Во-первых, это позволяет создать магистральные пункты для выработки тепловой энергии без необходимости подключения к центральным системам теплоснабжения, что особенно актуально для разработки месторождений в удаленной местности. Во-вторых, применение мини-турбин позволяет использовать вырабатываемую энергию для отопления полного комплекса объектов инфраструктуры. В-третьих,

---

© Вярғизов И. С., Орлов Н. И., Пушкарев А. Э., 2019

\*Работа выполнена по гранту для ученых Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (проект 08.04.01/18ПАЭ).

установку мини-турбин с целью их применения для теплоснабжения объектов можно включать в генеральные планы разработки месторождений и прокладки высоконапорных водоводов. Вырабатываемая при помощи мини-турбин электроэнергия может использоваться непосредственно в электрическом отоплении или для подогрева теплоносителя с целью теплоснабжения объектов инфраструктуры [1, 2].

При проектировании высоконапорного водовода можно предусмотреть установку комплекса мини-турбин с расчетом тепловых нагрузок. Применение схемы теплоснабжения позволяет отказаться от идеи подключения к системам центрального теплоснабжения, что позволяет оптимизировать затраты. По проекту прокладки высоконапорных водоводов и его развития может быть предусмотрена установка мини-турбин с целью оптимизации расходов на теплоснабжение объектов. Мини-турбины имеют высокий КПД и низкий коэффициент потери тепловой энергии.

На рис. 1 представлена схема возможного применения мини-турбин и выработки энергии на нужды теплоснабжения.

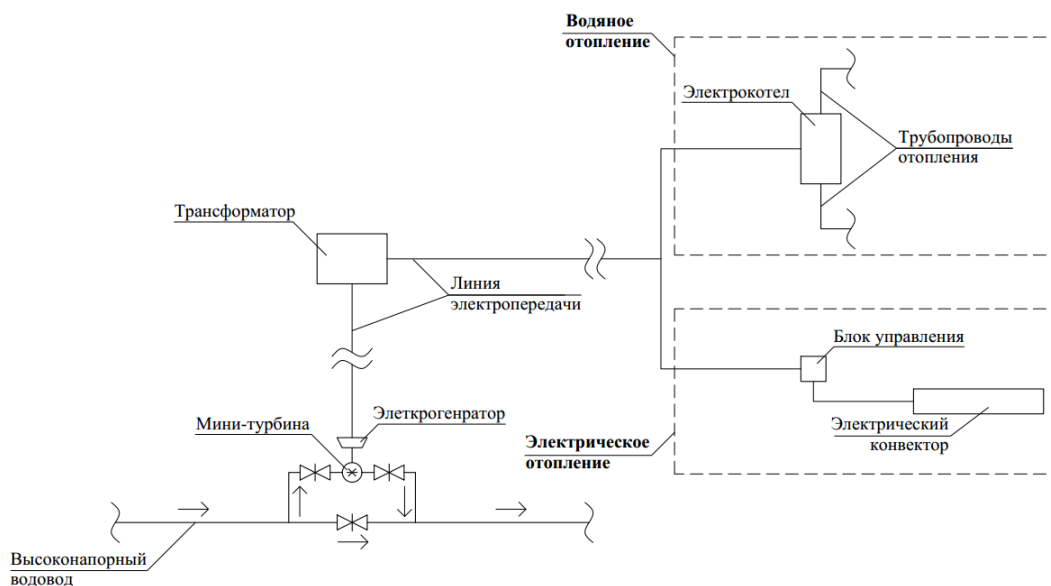


Рис. 1. Схема применения мини-турбин в системах теплоснабжения

Энергия потока воды высоконапорных водоводов преобразуется в электрическую энергию посредством мини-турбины; далее полученная электро-

энергия может непосредственно использоваться в качестве источника электричества для электрического отопления либо для электропитания, например, электродкотла.

Мощность на выводах электрогенератора мини-турбины определяется как

$$P_g = \eta_t \rho g Q_t H_b \eta_g, \quad (1)$$

где  $P_g$  – мощность на выводах электрогенератора мини-турбины, кВт;  $\eta_t = 0,87$  – КПД мини-турбины;  $\rho$  – плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;  $Q_t$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $H_b$  – напор нетто, м;  $\eta_g = 0,95$  – КПД электрогенератора [3].

На рис. 2 представлена получаемая мощность на выводах электрогенератора мини-турбины. Например, вырабатываемой мощности одной мини-турбины, установленной на высоконапорном водоводе диаметром 89 мм и расходом воды 500 м<sup>3</sup>/сут. будет достаточно для работы электродкотла отапливаемой мощности до 300 м<sup>2</sup>.

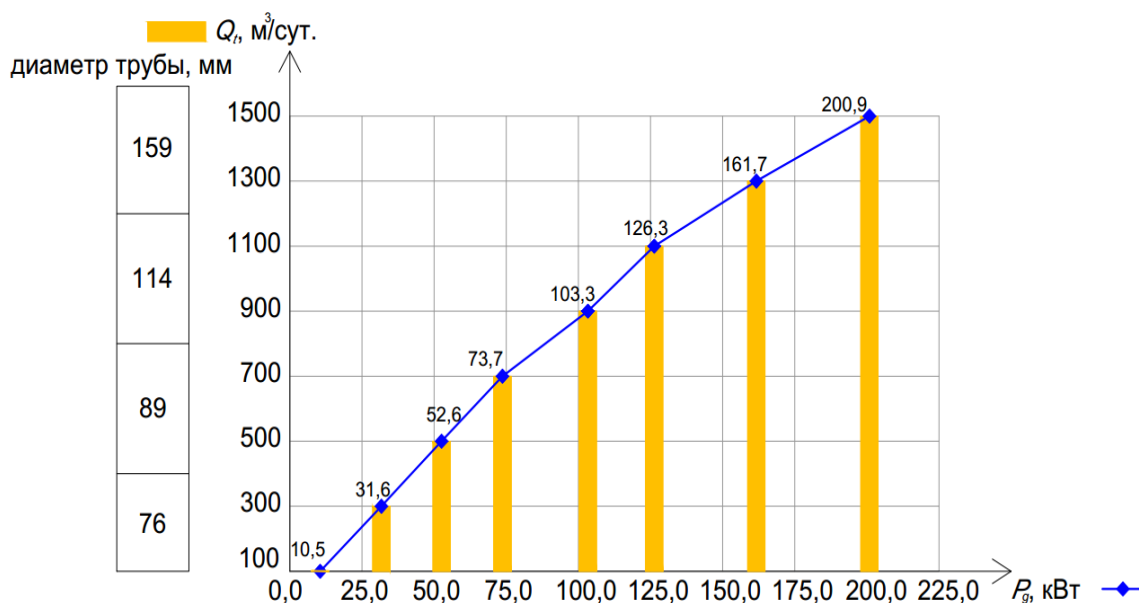


Рис. 2. Мощность на выводах электрогенератора мини-турбины

Система теплоснабжения, построенная на основе комплекса мини-турбин, отличается высокой эффективностью, поскольку ее монтаж осуществляется с уче-



том характеристик объектов, нуждающихся в подключении к системе теплоснабжения. Внедрение мини-турбин на высоконапорных водоводах системы поддержания пластового давления с целью отопления объектов инфраструктуры позволяет снизить удельные расходы на приобретение топлива, необходимого для выработки тепловой энергии. При такой схеме отсутствует необходимость строительства стационарных котельных, необходимых для налаживания системы отопления объектов инфраструктуры. Мини-турбины обладают высоким остаточным ресурсом, а с учетом их длительного срока службы и низких расходов на содержание обеспечивается дополнительная экономия на функционировании системы теплоснабжения. Более того, для обслуживания и текущего ремонта мини-турбин в системе теплоснабжения предлагается использовать квалифицированные кадры, что позволяет снизить издержки, обеспечить своевременный и качественный ремонт для выстроенной схемы теплоснабжения.

Внедрение мини-турбин на магистральные высоконапорные водоводы системы поддержания пластового давления позволит уменьшить затраты на отопление и, более того, такая схема теплоснабжения отличается сниженными тепловыми потерями, что позволяет в целом увеличить КПД при функционировании системы теплоснабжения, построенной с комплексом мини-турбин.

### Список литературы

1. *Колупаев, С. А.* Возможность использования мини-турбин для выработки энергии на трубопроводах // Нефть и газ Западной Сибири. 2015. С. 57–61.
2. *Пушкарева, Т. А.* Применение методов морфологического анализа для выбора наиболее экономичного решения использования теплоты отточной воды нефтяных скважин / Т. А. Пушкарева, И. С. Вяргов, А. Ю. Черных // Фотинские чтения – 2017. № 2 (8). С. 176–180.
3. *Кадхим А. З. А. М.* Специальные вопросы повышения энергетической эффективности распределительных сетей Ирака : дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. Красноярск, 2015. 163 с.

*А. И. Гребенкина*, магистрант, aneta.210@yandex.ru

*Э. В. Алиев*, кандидат технических наук, доцент

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

## **Управление НИРС на основе моделирования человеческого капитала**

*Все большее количество людей осознает необходимость вложений в самого себя, ведь в настоящее время стать успешным под силу только высокообразованным и здоровым людям. Для воспроизводства человеческого капитала необходимы значительные затраты и различные виды ресурсов. Основное внимание уделяется экономическим характеристикам, поэтому в работе рассматривается другая сторона развития организации – с точки зрения информационного аспекта управления человеческим капиталом.*

**Ключевые слова:** управление НИРС, моделирование человеческого капитала, информационно-интеллектуальный ресурс.

### **Введение**

Спрос на специалистов, эффективно решающих поставленные перед ними задачи, всегда высок. Поэтому подготовка высококвалифицированных выпускников вуза – одна из важнейших задач развития инновационной экономики России.

Подготовка конкурентоспособного специалиста, обладающего способностями к проведению исследований и реализации инновационных проектов, возможна за счет привлечения студентов к научно-исследовательской деятельности, различных видов мотивирования в учебной и во внеучебной деятельности.

Вопросы внутреннего управления интеллектуальным капиталом затрагивают и социально экономический аспект [1]. Повышение управляемости должно достигаться за счет увеличения скорости обработки информации и роста производительности вспомогательного, учебного и управленческого состава организации. В связи с этим тема разработки методов и механизмов управления человеческим капиталом является актуальной в настоящее время.

### **Научная работа со студентами**

В настоящее время научная работа со студентами проводится при участии преподавателей-энтузиастов. Такой вид связи является недостатком политики руководства вузов. Организации упускают дополнительный доход, выражаемый в отсутствии инновационного развития и, как следствие, невозможности получения и использования интеллектуальных активов. Для воспроизводства человеческого капитала необходимы значительные затраты и различные виды ресурсов как со стороны индивида, так и со стороны общества (государственных учреждений, частных фирм, семьи и т. д.).

По виду деятельности НИРС можно разделить на учебную, организованную в соответствии с учебными планами и внеучебную [2]. Учебная деятельность, предусмотренная учебными планами, подталкивает студента к самостоятельной научной работе при выполнении рефератов, докладов, курсовых работ. На данном этапе основной проблемой является степень мотивации студента, который наиболее эффективно решает второй вид НИРС [3]. Поэтому необходимо системно рассматривать оба вида НИРС.

В соответствии с проектируемой системой управления НИРС составлена блок-схема алгоритма «Дракон», приведенная на рис. 1.

Личное дело студента обновляется и актуализируется на протяжении всего процесса обучения, тем самым создается портфолио студента, отражающее уровень его знаний, умений, навыков.

Содержательные аспекты НИРС на таком уровне проектирования явно рассмотреть невозможно. Творческое развитие, как и развитие интеллекта, про-

исходит на уровне, объединяющем научную, учебную и воспитательную деятельность (рис. 2).

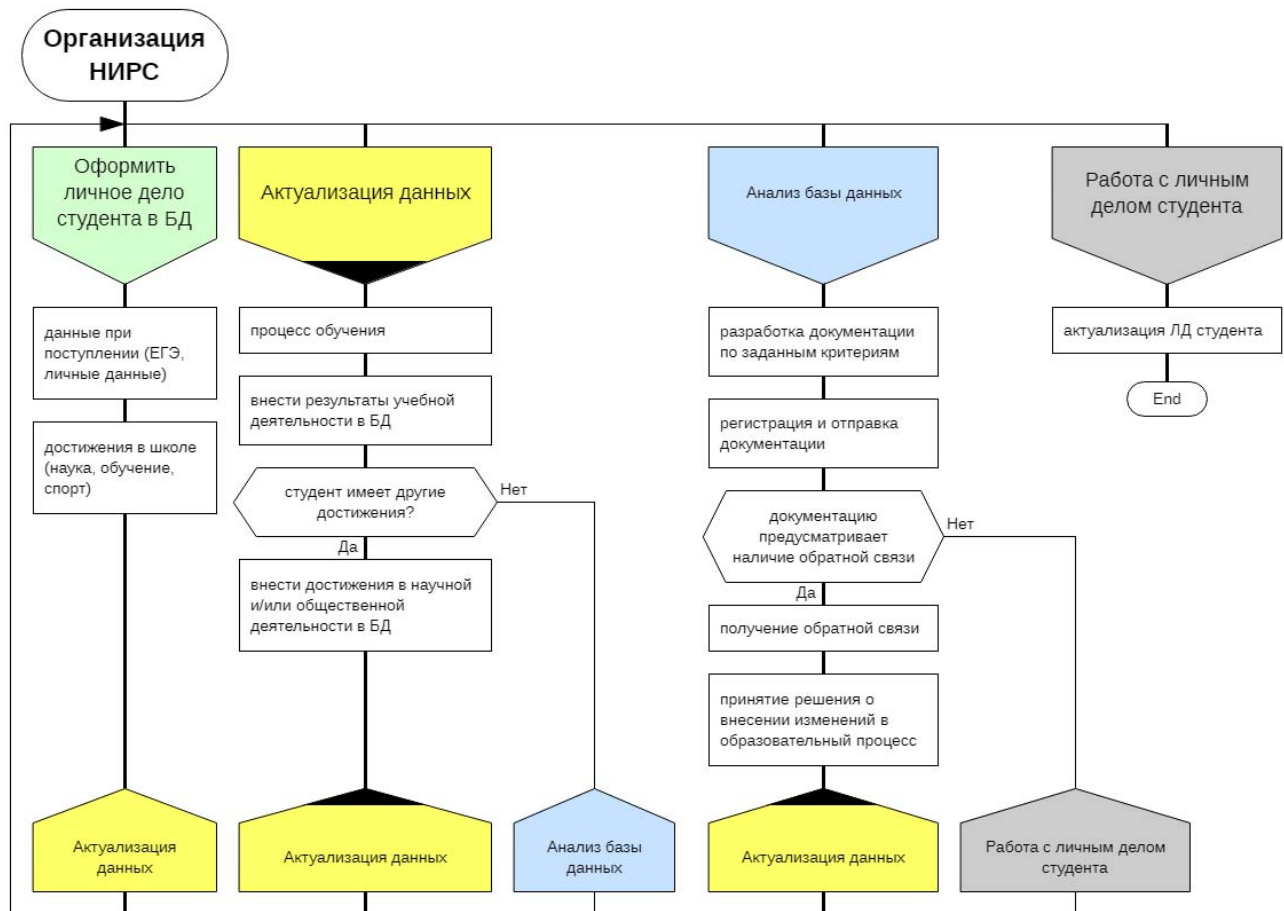


Рис. 1. Блок схема алгоритма «Дракон» для проектируемой системы управления

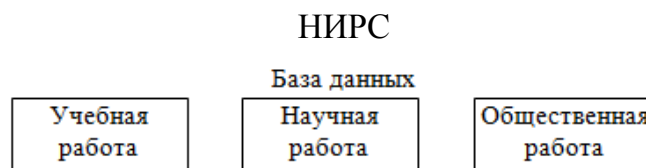


Рис. 2. Структура базы данных для проектируемой системы управления НИРС

Управления НИРС с точки зрения оценки человеческого капитала вуза, формирующегося под действием информационно-интеллектуальных ресурсов (рис. 3), представляющих из себя совокупность идей различных областей науки и производства, методов, инструментов, технологий различных форм существ-

ования информации, полученных в результате интеллектуального труда сотрудников организации и обуславливающих возникновение ее конкурентных преимуществ [4].

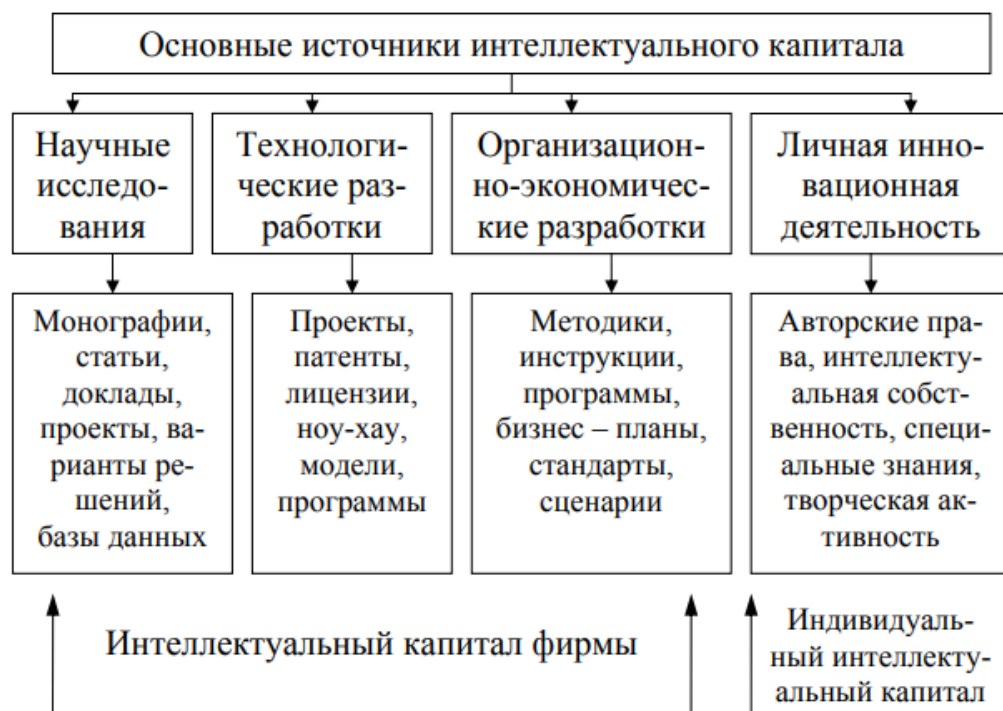


Рис. 3. Источники интеллектуального капитала

Структура человеческого капитала рассматривается как сумма значений интеллектуального капитала, капиталов здоровья и культуры. Решающим фактором развития человеческих ресурсов современная наука называет образование, его качество и результативность. Такой подход связан со специфической функцией системы высшего образования, влияющего на конкурентоспособность национальной экономики путем накопления интеллектуального потенциала, формируемого активным специалистом на производстве [5, 6].

### Заключение

Организация НИРС является необходимым процессом подготовки научных кадров. В таком случае выполнение научно-исследовательских проектов является первой ступенью для развития инновационной деятельности вуза.

На данный момент точного, общепринятого подхода к систематизации определения человеческого капитала нет, что, в свою очередь, создает оттеночные суждения порождающие неувязки в выводах ученых.

Управление человеческим капиталом, как и создание инновационных технологий, возможно при наличии на производстве квалифицированной рабочей силе. Образование в современном мире – это ключевое условие развития экономического роста, социального и экономического благосостояния страны, стратегический курс устойчивого и динамического развития нации.

### Список литературы

1. Никулин, В. А. Образование как мера социальной ответственности / В. А. Никулин, О. А. Дегтева // Вестник КИГИТ. 2010. № 3 (12). С. 5–8.
2. *Лохонова, Г. М.* Научно-исследовательская работа студентов вуза как компонент профессиональной подготовки будущих специалистов // Актуальные проблемы современной педагогики : материалы междунар. заочн. науч.-практ. конф. (15 февраля 2010 г.).
3. *Миронов, В. А.* Социальные аспекты активизации научно-исследовательской деятельности студентов вузов : монография / В. А. Миронов, Э. Ю. Майкова. Тверь : ТГТУ, 2004. 12 с.
4. *Мухачева, Н. Н.* Системно-когнитивный подход к построению онтологических баз знаний информационно-интеллектуальных ресурсов / Н. Н. Мухачева, Д. В. Попов // Вестник Рязанск. гос. радиотехн. ун-та. 2009. № 4. С. 50–57.
5. *Хмелева, Г. А.* Человеческий капитал как условие формирования инновационной экономики региона : монография. Самара : САГМУ, 2012. 168 с.
6. *Капелюшников, Р. И.* Сколько стоит человеческий капитал России? Препринт WP3/2012/06 / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом ВШЭ, 2012. 76 с.

*И. С. Звонарев*, магистрант, [atmoscrystalline@gmail.com](mailto:atmoscrystalline@gmail.com)

*Ю. Л. Караваев*, кандидат физико-математических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Обучение нейросетевой системы управления многозвенным колесным мобильным роботом\***

*Статья посвящена разработке и тестированию системы управления многозвенного транспортного колесного робота (МКМР) с нейросетевой системой управления. Система управления предназначена для реализации передвижения МКМР в пространстве с объектами-препятствиями. Для ориентации в пространстве робот оснащен лидаром. Для обучения искусственной нейронной сети (ИНС) используется набор базовых управляющих воздействий и коэффициентов, корректирующих эти воздействия в зависимости от точки назначения. Данный набор обучающих выборок приводит к уменьшению времени обучения МКМР. Работа ИНС заключается в выборе комбинаций базовых управляющих воздействий наиболее рациональных для достижения точки назначения.*

**Ключевые слова:** система управления, искусственная нейронная сеть, навигация, мобильный робот, TensorFlow.

### **Введение**

В последнее время проблема создания нейросетевых систем управления мобильными роботами активно изучается. Это связано с появлением новых возможностей машинного, глубокого и импульсного обучения ИНС [1, 2], а также желанием автоматизировать все больше профессий и сфер жизни общества.

---

© Звонарев И. С., Караваев Ю. Л., 2019

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00454.

В процессе стремления достичь результата в решении этой проблемы ученые разделились в предпочтениях; одни считают, что для создания автоматизированных систем управления роботами наиболее подходит использование регуляторов на базе нечеткой логики [3–6], а другие придерживаются использования нейросетевых регуляторов.

В работе [7] проводится сравнение эффективности работы систем управления на базе нечеткой логики и ИНС, в результате которого выявляется неоптимальность пути, построенного в результате работы ИНС, и трудоемкость его обучения по сравнению с формированием нечетких правил, ошибочность расчетов и сложная математическая реализация. Поэтому применение нечеткой логики дает более точные результаты, однако с увеличением обрабатываемых (контролируемых) параметров системы увеличивается и число необходимых правил нечеткой логики, а эффективность ее работы уменьшается в отличие от ИНС. В работе [8] отдается предпочтение нейросетевой системе управления, с помощью которой определялось положение объекта в трех квадрантах. Сеть построена на базе модели AlexNet, на входы сети подается изображение 240 на 240 пикселей, а на выходе – координаты  $x$ ,  $y$  соответствующих квадрантов. В данной работе не рекомендуется использовать сверточную ИНС для определения ориентации объекта, так как ошибка работы такой сети может быть в районе 0,76 радиан.

Таким образом, несмотря на то, что нечеткие системы управления хорошо зарекомендовали себя для решения задачи управления, количество данных, подлежащих обработке системой управления и необходимость достижения определенной ориентации робота в целевой точке обосновывают рациональность использования ИНС.

В рамках данной работы предлагается использовать нейросетевую систему управления для построения управляющих воздействий, которые позволяют многозвенному колесному роботу достичь заданной точки назначения с необходимой ориентацией первого звена робота.



Для этого была разработана система управления, обобщенная структурная схема которой представлена на рис. 1.

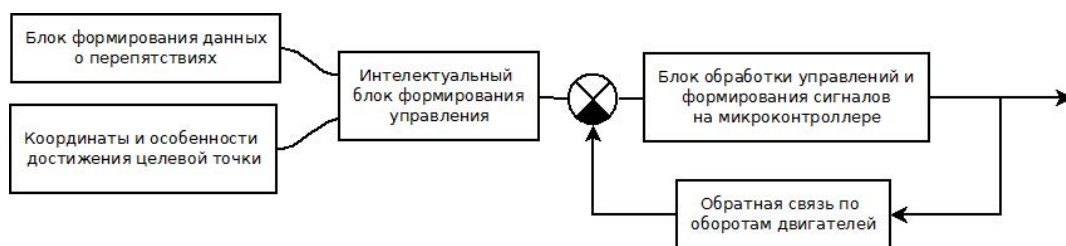


Рис. 1. Обобщенная структурная схема системы управления

Опишем подробнее значения блоков, представленных на рис. 1. Блок формирования данных о препятствиях предназначен для обработки данных поступающих с лидара в операбельный вид – 360 расстояний в диапазоне 0...600 см. Работа блока «Координаты и особенности достижения целевой точки» заключается в передаче блоку интеллектуального формирования управления координат точки назначения и угол ориентации робота в этой точке. Блок интеллектуального формирования управления представляет собой нейросетевую систему обработки данных, на входы которой поступают данные о препятствиях, точке назначения и угле ориентации с предыдущих блоков. Блок обработки управлений и формирования сигналов на микроконтроллере представляет собой управляющую программу, реализующую Пи-регулятор, которая на основании угловых и линейных скоростей для приводов, сформированных ранее в интеллектуальном блоке, формирует управление для соответствующих двигателей и корректирует их на основании данных, получаемых по обратной связи с энкодеров.

Архитектура ИНС представляет собой трехслойную нейронную сеть, обучаемую по методу градиентного спуска с использованием алгоритма обратного распространения ошибки. Нейросетевая система обработки данных состоит из двух ИНС: ИНС № 1 обрабатывает данные с лазерного дальномера; ИНС № 2 формирует управляющие воздействия. Структурные схемы ИНС № 1 и ИНС № 2 представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

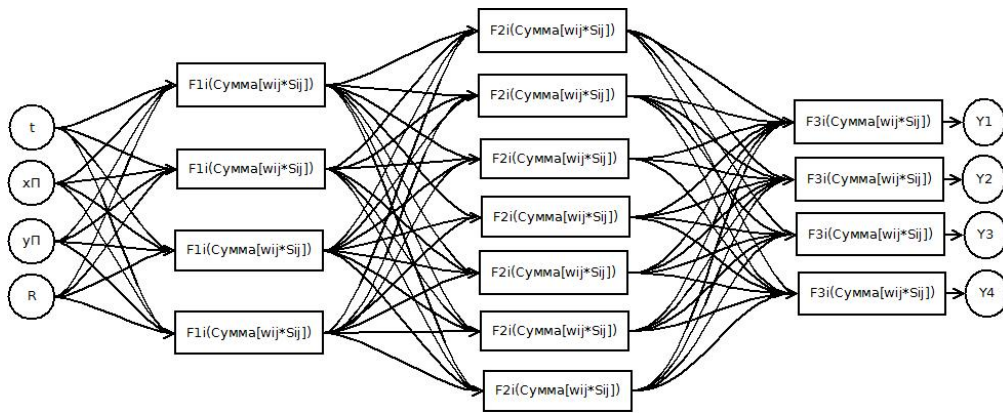


Рис. 2. Структурная схема ИНС № 1

На рис. 2 представлены следующие обозначения:  $S1$  с индексом  $h$  – это значение на выходе первого слоя сети, где  $h$  обозначает номер нейрона первого слоя сети;  $S2$  с индексом  $h2$  – это значение на выходе второго слоя сети, где  $h2$  обозначает номер нейрона второго слоя сети;  $S3$  с индексом  $h3$  – это значение на выходе третьего слоя сети, где  $h3$  обозначает номер нейрона этого слоя сети;  $F$  – активационная функция;  $w(k; j)$  – весовой коэффициент индекс  $k$  которого обозначает номер слоя, а  $j$  – номер нейрона;  $L(i)$  – это данные поступившие с лидара, индекс  $i$  – это угол соответствующий расстоянию  $L$ ;  $Y1$ – $Y4$  – значения на выходе ИНС.

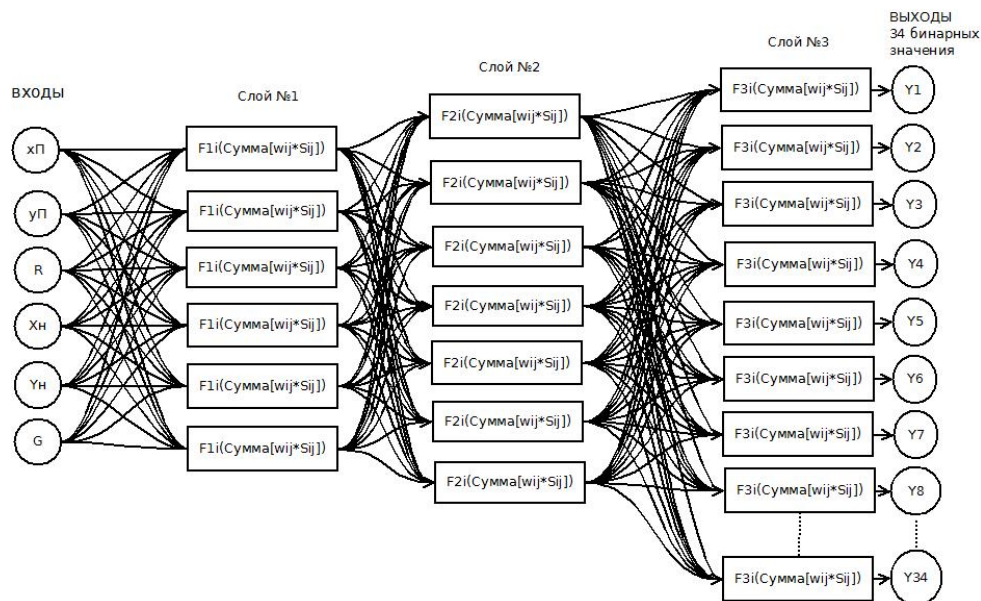


Рис. 3. Структурная схема ИНС № 2

На рис. 3 представлена ИНС, которая получает на вход координаты центра препятствия ( $x_{П}$ ;  $y_{П}$ ), радиус описывающей препятствие окружности, координаты точки назначения ( $X_{н}$ ;  $Y_{н}$ ) и угол ориентации робота в целевой точке ( $G$ ). На выходе имеем 34 бинарных значения, кодирующих параметры, необходимые для построения траектории и/или формирования управления роботом.

Нейронные сети написаны и протестированы на языке Python с использованием библиотеки TensorFlow.

В результате работы системы формируются управления, позволяющие роботу реализовывать траектории, представленные на рис. 4.

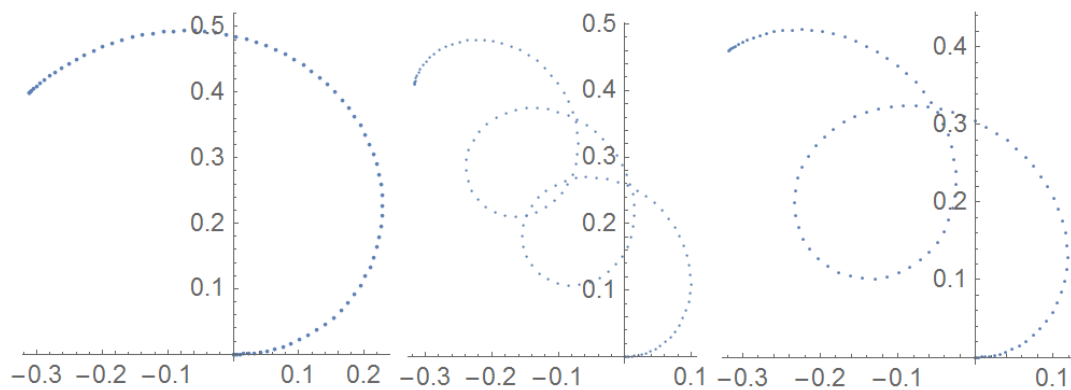


Рис. 4. Траектории движения робота

Таким образом, результатом работы стала система управления, позволяющая роботу, маневрируя между препятствиями, достигать точки назначения с необходимой ориентацией первого звена.

#### Список литературы

1. Proglib. URL: <https://proglib.io/p/spiking-neural-networks> (дата обращения: 08.02.19).
2. Bejar E., Morán A. Reverse Parking a Car-Like Mobile Robot with Deep Reinforcement Learning and Preview Control. *9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*. IEEE, 2019, pp. 0377-0383.

3. Tanaka K., Yoshioka K. Fuzzy trajectory control and GA-based obstacle avoidance of a truck with five trailers. *Proc. of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics: Intelligent Systems for the 21st Century*, 1992, vol. 5, pp. 4378-4382.
4. Kong S.-G., Kosko B. Adaptive fuzzy systems for backing up a truck-and-trailer. *Proc. IEEE Trans. Neural. Netw.*, 1992, vol. 3, no. 2, pp. 211-223.
5. Tanaka K., Kosaki T., Wang H.O. Backing control problem of a mobile robot with multiple trailers: fuzzy modeling and LMI-based design. *Proc. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part C Appl. Rev.*, 1998, vol. 28, no. 3, pp. 329-337.
6. Sharafi M., Zare A., Kamy A.V. Intelligent Parking Method for Trailers in Presence of Fixed and Moving Obstacles Randomly. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 2013, vol. 3, no. 1, pp. 77-82.
7. Kong S.-G., Kosko B. Adaptive fuzzy systems for backing up a truck-and-trailer. *Proc. IEEE Trans. Neural. Netw.*, 1992, vol. 3, no. 2, pp. 211-223.
8. Kim J. Cleaning tasks knowledge transfer between heterogeneous robots: a deep learning approach. arXiv preprint arXiv:1903.05635, 2019.

*Е. В. Лебедева*, бакалавр, [katyalebedeva0230@gmail.com](mailto:katyalebedeva0230@gmail.com)

*К. О. Иванова*, бакалавр, [ivanova9g@mail.ru](mailto:ivanova9g@mail.ru)

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Разработка кулера с встроенным кондиционером**

*Рассматривается устройство, содержащее кондиционер и кулер в одном устройстве, которое использует проточную воду, не имеет дополнительного оборудования и является переносным. Это устройство заменит 2 прибора и сэкономит место. Рабочее место станет более комфортным и приятным для всех сотрудников. Тогда работоспособность каждого сотрудника в несколько раз повысится, что хорошо отразится на имидже компании.*

**Ключевые слова:** кондиционер, воздух, вода, кулер, комфорт, охлаждение.

В настоящее время очень большой процент людей работают в офисе, и их пребывание в нем должно быть физически и морально комфортным для них. Рабочий процесс всех сотрудников связан с работой мозга, который необходимо обогащать кислородом. Все это зависит от системы кондиционирования и вентиляции. Но не стоит забывать о воде. Именно поэтому в офисных помещениях, на различных предприятиях и в общественных местах стали устанавливать такие устройства, как кулеры для воды.

Сейчас на рынке представлен огромный выбор различных кулеров и кондиционеров. Каждый может подобрать себе наиболее подходящий вариант: для дома, для офиса, для малых по площади помещений и др. Кулер для воды может нагревать, охлаждать и раздавать бутилированную или водопроводную воду для питья. Данные устройства могут быть настольные, напольные, со шкафчиком, компрессорные, с электронным охлаждением, с газацией, с холодильником [1].

Кондиционеры призваны создавать оптимальный климат в помещениях, контролировать и обеспечивать стабильный температурный режим. Они бывают бытовые (настенные, оконные, напольные), коммерческие (канального, кассетного, потолочного, колонного типов), промышленные (мультизональные системы, климатические системы на базе чиллеров и фанкойлов) [2].

Рассмотрев все виды кулеров и кондиционеров, мы предлагаем объединить эти два устройства в одно. Они оба работают от электричества и воды. Такое устройство будет совмещать в себе две важные функции, необходимые человеку. Целью объединения устройств является обеспечение благоприятных условий для работы и здоровья человека.

Проточный кулер – это устройство, обеспечивающее людей питьевой водой, холодной и горячей. Такой кулер обладает встроенной системой фильтрации, не имеет бутылей. Вода для них поступает из общей водопроводной системы [3].

Данный кулер для воды состоит из четырехступенчатого фильтра, емкостей для горячей и холодной воды с соответствующими элементами (нагревательным и охлаждающим), ультрафиолетовой лампы. Все эти элементы противостоят различным вирусам и бактериям [4]. Схема проточного кулера представлена на рисунке.

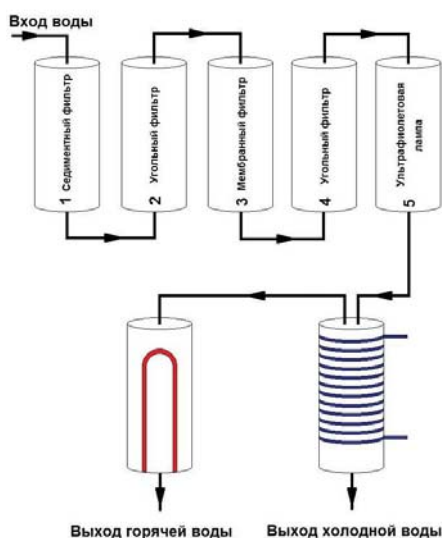


Схема проточного кулера

Рассмотрим преимущества проточных кулеров:

*Удобство.* С проточным кулером не нужно бесконечно помнить о заказе бутылей, заполнять коридоры, кухни и кладовые офиса бутылками и тарой и носить тяжести.

*Выгода.* Пурифайеры для воды – это крайне экономичное решение, по сравнению с бутылками экономия может достигать 70 %, а окупаемость может быть уже на 4-й месяц работы.

*Безопасность.* Подготовка питьевой воды производится с использованием современных технологий [3].

Сейчас большим спросом пользуются кондиционеры без воздуховода, так как он не нуждается в дополнительном оборудовании, и основным рабочим ресурсом является вода. Мини-кондиционер представляет собой куб со съемным резервуаром для воды и двумя решетками по бокам. Вода впитывается испаряющими пластинами из нанобумаги, а внутренний вентилятор прогоняет через них воздух, увлажняя и очищая его от пыли. Принцип работы состоит в следующем. Через фильтр, обильно смоченный водой, прогоняется вентилятором теплый воздух из помещения, вода от температуры испаряется и охлаждает его.

Достоинства кондиционеров без воздуховода:

- компактность;
- медленное испарение исключает риск получить простуду;
- не нужно использовать фреон;
- все управление изделием находится на корпусе, есть модели с дистанционным управлением;
- выбор моделей с добавочными опциями;
- не требуется монтаж и подключение отводящих шлангов;
- минимум энергопотребления;
- шумовое воздействие зависит от мощности вентилятора [5].

Функции вентиляционной системы:

- 1) удаление отработанного воздуха из офиса – углекислый газ, запахи еды, тепловое излучение техники;

- 2) насыщение офиса свежим воздухом, чистым, определенной температуры;
- 3) создание комфортного микроклимата, подходящего для людей и растений, если они есть в офисе [6].

Исходя из потребностей офисных работников, мы предлагаем устройство, состоящее из проточного кулера и кондиционера. Сверху будет располагаться кулер, а внизу – кондиционер. Данное устройство будет работать от электричества, но охлаждение воздуха будет происходить за счет воды. Вода для данного устройства будет проточной, что более практично, чем бутылка, находящаяся сверху устройства. Этим мы снизим затраты на обеспечение водой и затраты времени и сил для замены бутылки. Устройство будет переносным, то есть его можно двигать и перемещать в любое удобное место без сложной установки.

В результате изучения рынка аналогов предлагаемого продукта выявлено не было.

При приобретении данного устройства работа в офисе станет комфортнее, и у сотрудников повысится работоспособность, что благоприятно скажется на имидже организации. Особых затрат это устройство не требует, зато несет в себе много достоинств.

### **Список литературы**

1. Кулер для воды. Виды и работа. Устройство и применение. URL: <https://tehpribory.ru/glavnaia/bytovaia-tekhnika/kuler-dlia-vody.html> (дата обращения: 14.04.19).
2. Кондиционер, типы и виды кондиционеров. URL: <https://www.calc.ru/Konditsioner-Tipy-I-Vidy-Konditsionerov.html> (дата обращения: 14.04.19).
3. Пурифайеры для воды. Пурифайеры – проточные кулеры для воды. URL: <https://purewaterservice.ru/purifajery-dlya-vody/> (дата обращения: 12.04.19).
4. Особенности выбора, эксплуатации и ремонта кулеров. URL: <https://tehznatok.com/kak-vyibrat/ustroystvo-kulera-dlya-vodyi.html> (дата обращения: 12.04.19).



5. Как работает напольный кондиционер. URL: <http://tehnika.expert/klimaticheskaya/kondicioner/kak-rabotaet-mobilnyj.html> (дата обращения: 12.04.19).

6. Вентиляция и кондиционирование в офисе. URL: <https://alpa.pro/stati/ventiljacija-i-kondicionirovanie-v-ofise/> (дата обращения: 12.04.2019).

*Иванов А. М.*, магистрант, adruw@yandex.ru

*Тюрин А. П.*, доктор технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **К вопросу подавления шума активными методами**

*Приводятся общие сведения об активных методах подавления шума, их роли и месте по сравнению с пассивными методами. Концепция активного шумоподавления, реализованная в различных устройствах, находит свое применение как в средствах коллективной и индивидуальной защиты от шума, так и в технике и оборудовании.*

**Ключевые слова:** активный шумовой контроль, средства индивидуальной защиты, уровень звука, общие сведения.

В условиях современности проблема существования уровней звука, превышающих нормативные значения, остается. Однако современные технологии в материаловедении, а также достижения микроэлектроники способствуют развитию двух подходов к снижению шумового загрязнения – пассивного и активного. Там, где пассивные средства недостаточно эффективно справляются со своей задачей, хорошую альтернативу дают активные средства защиты, в частности активные средства индивидуальной защиты. Совершенствование таких направлений происходит как в России, так и за рубежом, начиная с середины прошлого столетия [3].

Средства индивидуальной защиты, например, в виде наушников являются одними из множества возможных вариантов конструктивной реализации системы активного гашения. Производители заботятся обо всех аспектах функционирования таких устройств – эргономике, эффективности шумоподавления, долговечности работы и др.

Анализируя современные системы активного гашения, можно выделить в них следующие ключевые компоненты: совокупность приемников внешнего шумового поля (микрофонов), компенсирующих излучателей (громкоговорителей) и расположенных между ними участков среды или конструкций (шумозащитных прокладок, элементов корпуса). В результате обработки сигналов, полученных от датчиков внешнего поля, система активного шумоподавления формирует шумовое поле с более низкими уровнями звукового давления, а точнее, с требуемыми пространственными и частотными характеристиками. В конечном счете наложение на исходное шумовое поле сформированного гасящего поля приводит к формированию результирующего поля их взаимной компенсации.

Серьезным преимуществом использования технологии активного шумоподавления в средствах индивидуальной защиты является возможность получения минимального уровня шума в конкретной ограниченной области пространства – слуховом канале человека. По сравнению с реализацией активных технологий в пространственной концепции в локальном исполнении разработка таких систем имеет в настоящее время очевидные конкурентные преимущества [1]. В среднем показатель снижения шума, как правило, в активных наушниках доходит до величины в 32 дБ, в пассивных – до 30 дБ.

Дополнительное преимущество использования активных технологий достигается и тем, что устройства могут работать не только в режиме подавления внешнего шума, но и в режиме передачи полезного сигнала в условиях повышенного шума. Это требует разработки специальных структурно-алгоритмических решений.

Рассматривая модели и методы построения систем активного гашения шума, можно отметить, что специальные физико-математические модели, предполагающие различные алгоритмы управления системой, должны соответствовать и аппаратным требованиям. По характеру управления акустическим полем системы активного шумоподавления можно разделить на неадаптивные и адаптивные типы. Неадаптивные системы появились прежде систем второго

типа и являются достаточно простыми. Однако при их проектировании необходимо знать частотно-временные характеристики среды. Такой подход хорошо будет работать для подавления узкочастотных стационарных шумовых полей. Достигаемые характеристики результирующего поля могут удовлетворять конечного пользователя. Комбинация тщательно подобранных датчиков и излучателей, рассчитанные характеристики блока управления позволяют обеспечить заданный режим гашения во всем диапазоне изменений параметров среды или конструкций.

Хорошими платформами для отработки работоспособности адаптивных систем активного шумоподавления становятся такие программные продукты, как Matlab и LabView. В этих программных средах типовые решения активных методов заложены в виде доступных примеров.

Успешное использование методов активного контроля оценивается на основе сравнения достижимой эффективности по сравнению с пассивными методами шумоподавления. Привлекательность активных методов, в том числе, обусловлена их способностью подавлять шум на низких частотах (ниже 100 Гц) [2]. Однако подавление шума в пространстве требует более совершенных методов цифровой обработки сигнала. К частным случаям применения методов активного шумового контроля можно отнести:

- воздуховоды систем вентиляции;
- вытяжные устройства с постоянным расходом и геометрией окружающего пространства (например, кухонные вытяжные устройства);
- средства индивидуальной защиты от шума;
- салон автомобиля;
- пространство (зазор) между колесом и аркой (крылом кузова) автомобиля.

Активное шумоподавление дает прекрасную основу для подавления вибрации, например, на подвеске автомобиля при его движении по дороге. В связи с развитием микропроцессорной техники, ее миниатюризации, повышения производительности, совершенствования алгоритмов управления можно предпо-

ложить, что активный шумовой контроль в недалеком будущем составит достойную конкуренцию пассивным методам защиты и внесет значительный вклад в снижение шумового загрязнения.

### Список литературы

1. Flimel M. Possibilities of active reduction of noise in the workplace. *AKUSTIKA, Studio D - Akustikas.r.o.*, 2017, vol. 28, no. 1, pp. 27-31.
2. Lin J. H., Li P. C., Tang S. T., Liu P. T., Young S.T. Industrial wideband noise reduction for hearing aids using a headset with adaptive-feedback active noise cancellation. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 2005, vol. 43, no. 6, pp. 739-745. DOI: 10.1007/BF02430951.
3. Olson H.F., May E.G. Electronic sound absorber. *JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA*, 1953, 25, 1130-1136.

Гагаринова Д. С., студент, d.gagarinova1998@yandex.ru

Исаев М. А., студент, 98isaev98@mail.ru

Полянских И. С., кандидат технических наук, доцент, irina\_maeva@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Применение техногенных отходов для эффективной эксплуатации зданий и сооружений**

*Рассматривается возможность применения техногенных отходов для эффективной эксплуатации зданий и сооружений. Проанализированы объемы роста аварийного и ветхого жилья в регионах России. Выявлена и обоснована необходимость широкого внедрения отечественных эффективных материалов и методов при выполнении работ капитального и текущего ремонтов. На основе предварительного проведенного исследования авторами предлагается использование технической серы в качестве тонкослойного гидроизоляционного покрытия в качестве способа защиты бетонных, кирпичных и других конструкций, подверженных атмосферным воздействиям.*

**Ключевые слова:** капитальный и текущий ремонт, техническая сера, тонкослойное гидроизоляционное покрытие, фундамент.

В России одной из базовых отраслей экономики является жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), которое обеспечивает население и промышленность жизненно важными услугами. Текущие проблемы в этой сфере жизнеобеспечения страны во многом обусловлены кризисным состоянием и недостаточно качественным регулированием сферы жилищно-коммунального хозяйства и длительной эксплуатацией на ненадлежащем уровне.

Объемы аварийного и ветхого жилья в регионах России неуклонно увеличиваются. За прошедшие 20 лет объем ветхого жилищного фонда увеличился в три раза, аварийного – в семь раз.

К сожалению, попытки повлиять, сдержать данную статистику не дают существенных результатов, что подтверждает динамика последних пяти-шести лет, когда значение среднегодового темпа прироста аварийного жилищного фонда стабильно составляло порядка 1,2 млн кв. м.

Из 19 млн жилых строений, составляющих общий объем жилищного фонда России (2,956 млрд кв. м), более 60 % эксплуатируются свыше 30 лет. Ветхий и аварийный фонд продолжает расти со скоростью 20-24 млн кв. м в год [1].

Объем аварийного жилья на начало 2012 г. превышал 11 млн кв. м; в капитальном ремонте сегодня нуждается свыше 120 млн кв. м.

Одним из серьезнейших отрицательных факторов, сдерживающих начало крупномасштабных строительных проектов, является отставание регионов в вопросах градостроительной деятельности: территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства, широкого внедрения отечественных эффективных материалов и методов при выполнении работ капитального и текущего ремонтов.

В целях создания положительной динамики решения вопросов ЖКХ отмечается внедрение процесса реформирования, инициаторы которого выдвигают несколько идей, внедрение которых поспособствует более эффективному функционированию системы, среди которых предложения по реконструкции жилищно-коммунального комплекса и проведению капитального ремонта многоквартирных зданий с применением эффективных материалов [2].

Таким образом, разработка материалов и методов, направленных на выполнение работ капитального ремонта, является актуальной научной и практической задачей, так как одним из базовых направлений в капитальном ремонте считаются ремонт стен и фасадов, а также восстановление надлежащего состояния подвалов и фундаментов многоквартирных домов.

Для этих целей в настоящее время предлагается широкий спектр материалов, основные из которых являются стандартными: бетон, асфальтобетонные смеси, шпатлевки, гидроизоляция и др.

Одним из главных аспектов капитального ремонта является качественная гидроизоляция, материалы и методы, применяемые при ее восстановлении. Существует целый ряд гидроизоляционных материалов, которые можно классифицировать согласно технологии их нанесения как обмазочная, оклеечная и проникающая гидроизоляция [5].

Данный вид гидроизоляции применяется достаточно широко как для внешней гидроизоляции здания – обработка фундамента для защиты от грунтовых вод, плоской крыши для защиты от осадков, так и для внутренней гидроизоляции – обработка стен подвала, пола и стен ванной комнаты. В качестве обмазочной гидроизоляции используются битум и все битумсодержащие материалы, что предопределяет определенные трудности при применении данного вида гидроизоляции при необходимости восстановления гидроизоляционной функции фундаментов.

По этой же причине достаточно ограничено при восстановлении гидроизоляционных свойств применение оклеечной гидроизоляции, которая представляет собой приклеенные к основанию рулонные материалы [3].

Вследствие особенностей технологии устройства применяется только для внешней противонапорной гидроизоляции.

Таким образом, оптимальным с технологической точки зрения при восстановлении гидроизоляционных свойств фундаментов является применение проникающей гидроизоляции, механизм действия которой основан на препятствии капиллярного подсоса воды поровой структурой бетона [4].

Традиционный состав для нанесения на поверхность бетона представляет собой смесь из портландцемента, тонкомолотого кварцевого песка и активных химических добавок. Проникающая гидроизоляция наносится на мокрую поверхность, состав входит в реакцию с водой, в результате чего образуются кристаллы, которые заполняют все поры, трещины и капилляры и становятся частью самого бетона, препятствуя проникновению воды. Глубина проникновения состава в толщу бетона может достигать 15-25 см [5].



Несомненным преимуществом использования проникающей гидроизоляции является возможность обработки поверхности бетона в подвалах, при необходимости без отрывки шурфов за счет обработки поверхностей изнутри проникающим составом. Однако проникающая гидроизоляция является наиболее дорогой из всех видов гидроизоляции, что напрямую зависит от состава и добавок, входящих в нее [6].

Анализируя спектр возможных материалов и технологий для восстановления гидроизолирующей способности фундаментов, можно сделать вывод, что актуальным является разработка аналоговых гидроизоляционных составов, в которых оптимально сочетается технологичность и конечная стоимость.

При проведении поисковых исследований оптимальной была выбрана технология получения пропиточных составов на основе отходов производства, в частности техническая сера, представляющая собой отход производства нефтедобывающей промышленности [6]. Использование серы в качестве основы для получения пропиточных составов является перспективным направлением, позволяющим решить сразу две проблемы – утилизация побочного продукта нефтепереработки, а также получение уникального качественного нового товарного продукта, который найдет широкое применение в строительной индустрии.

Техническая сера представляет твердое кристаллическое вещество, устойчивое в виде двух модификаций:  $\alpha$ -ромбическая (плотностью  $2,07 \text{ г/см}^3$ ) и  $\beta$ -моноклинная (плотностью  $1,97 \text{ г/см}^3$ ). Температура плавления серы зависит от соотношения фаз и в технической литературе принимается равной  $106,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . При нагревании выше  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  циклические молекулы превращаются в полимерные цепи, при  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  данный процесс начинает интенсифицироваться [4]. Данные физические свойства определяют возможность применения технической серы для обработки строительных материалов.

Проведенные предварительные исследования установили, что разработанный способ нанесения тонкослойного гидроизоляционного покрытия на основе полимерной серы на пористые строительные материалы универсален и эффективен в качестве способа защиты бетонных, кирпичных и других кон-

струкций, подверженных атмосферным воздействиям: продолжительным воздействиям влаги, знакопеременным температурам, солнечной радиации, биохимической деструкции. Следует отметить, что предлагаемый способ обеспечивает долговременную защиту строительных материалов и эффективно защищает не только бетон, но и кирпич (керамический и силикатный), газобетон, асбестоцементные изделия и другие пористые строительные материалы в отличие от широко известных составов, таких как «Пенетрон» и «Ксайпекс», которые оптимальны для пропитки бетона (<http://reformagkh.com/>).

Таким образом, для минимизации затрат по восстановлению гидроизоляции в рамках капитального ремонта предлагается применять техническую серу – основной материал, входящий в основу пропитывающей гидроизоляции, что позволит уменьшить материальные затраты и увеличить эффективность ремонтных работ.

#### Список литературы

1. Жилищное хозяйство в России – 2016 : Стат. сб. / Росстат. Ж72 М., 2016. 63 с.
2. *Драпалюк, Д. А.* Мониторинг состояния жилого фонда и его физический износ, проведение обследований строительных материалов и конструкций / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2013.
3. *Кухаренко, Л. В., Личман, Н. В., Никитин, И. В.* Строительные материалы. 2005. № 8. С. 38–40.
4. *Рубцов, И. В.* // Гидроизоляция и ремонт железобетонных ограждающих конструкций подземных сооружений / И. В. Рубцов, В. И. Митраков, О. И. Рубцов, А. В. Глухов ; Московский государственный строительный университет, 2011.
5. *Лакеев С. Н., Карчевский С. Г., Майданова И. О.* [и др.] // Химическая промышленность сегодня. 2006. № 2. С. 15–24.
6. *Патуроев, В. В.* Основные характеристики бетонов, пропитанных серой / В. В. Патуроев, А. Н. Волгушев. М. : ЦИНИС Госстрой СССР, 1976. 15 с.

*Е. М. Кашин*, старший преподаватель, KawuH@yandex.ru

*В. Н. Диденко*, доктор технических наук, профессор, rsg07-9624@udm.net

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Газогенератор роторного типа**

*Статья посвящена разработке нового типа газогенератора, исключаящего основные недостатки существующих технических решений схем газификации, а также разработке нового метода расчета основных характеристик древесного генераторного газа. Газогенератор роторного типа может быть использован для производства горючего генераторного газа из любых твердых органических топлив.*

**Ключевые слова:** газификация, газификатор, газогенератор, зоны газификации, генераторный газ.

Повышение энергетических потребностей человечества, нестабильность рынка нефте- и газопродуктов, исчерпаемость запасов ископаемых топлив приводит к необходимости замены части невозобновляемого топлива возобновляемым, в частности генераторным газом, получаемым из древесины и другой растительной биомассы в газогенераторах древесного и других видов топлива.

Современные газогенераторы обладают большим числом недостатков (громоздкие размеры, ограничение по мощности, затрудненное движение сырья и его загрузка, ограниченность использования определенных топлив, недостаточный доступ газифицирующего агента, небольшой ресурс и продолжительное время запуска), а существующие методы расчета основных характеристик процесса газификации – состава генераторного газа и его выхода – неудовлетворительно описывают протекающие внутри газогенератора процессы, и, как правило, отсутствует согласование с экспериментальными данными.

В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на разработку новых типов газогенераторов без недостатков существующих схем газификации и их технических решений, а также на разработку достоверных методов расчета основных характеристик генераторного газа, применимых к новым типам газогенераторов.

Авторами определена структура активной зоны древесного газогенератора роторного типа, сформулированы основные допущения и разработана физико-математическая модель процессов газификации слоя древесного топлива по обращенной схеме в газогенераторе роторного типа, представляющая совокупность нескольких методов: модифицированного метода определения состава древесного генераторного газа по тепловому и материальному балансу [1]; метода расчета концентраций компонентов древесного генераторного газа по константам равновесия химических реакций в активных зонах газификации с различными температурами [2]; метода определения скорости и времени выгорания частиц газифицируемого древесного топлива по его гранулометрическому составу [3] и метода определения толщины активной зоны в древесном газогенераторе [4]. В предлагаемой физико-математической модели рассматриваются три активные зоны газификации (табл. 1, рис. 1). По величине изменения свободной энтальпии (энергии Гиббса) ряда химических реакций при газификации древесины проведена оценка химического сродства реагентов, выявлены преобладающие (основные) химические реакции, установлен их приоритет в конкретных температурных условиях (активных зонах) и найдены доли этих реакций в системе химических превращений (табл. 1).

Модифицированный балансовый метод [1] рассматривает процессы перехода элементов твердого топлива (древесины) и газифицирующего агента (влажного воздуха) в компоненты генераторного газа только в подзоне 1.0 (БОВП) при  $\alpha \leq 1$ . По уравнениям материального и теплового баланса модифицированного метода определения состава древесного генераторного газа расчетным путем определяются: расход древесного топлива и влажного воздуха;

теплота сгорания, а также выход, состав и концентрации компонентов древесного генераторного газа в конце окислительно-восстановительной зоны.

Таблица 1. Приоритет химических реакций в газогенераторе

№	Реакция	$\omega_{i,j}$
1. ОВЗ		
1.0 БОВП		
0	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	1
1.1 ПДО		
1	$\text{C} + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2$	0,275
2	$2\text{C} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}$	0,338
3	$2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$	0,145
4	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	0,242
2. ВЗ		
1	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	0,095
2	$\text{C} + \text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}$	0,397
3	$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$	0,302
4	$\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$	0,206
3. ЗВП		
1	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	0,252
2	$\text{C} + 2\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_4$	0
3	$\text{CO} + 3\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	0,5
4	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	0,248

При  $\alpha > 1$  в составе генераторного газа на выходе из подзоны 1.0 присутствует неизрасходованный кислород  $\text{O}_2^{\text{изб}}$ . Полагается, что этот неизрасходованный кислород является причиной дополнительных реакций окисления, локализованных в подзоне 1.1 (ПДО).

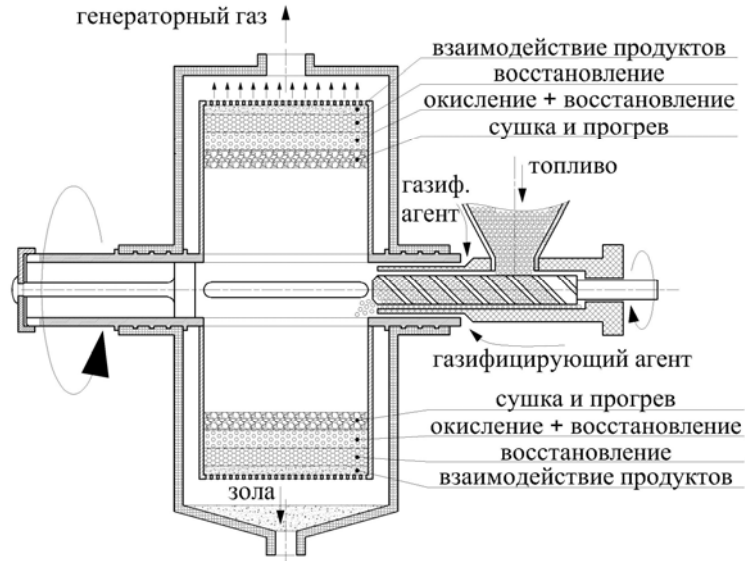


Рис. 1. Структура активной зоны газификации в газогенераторе роторного типа при центральной подаче газифицирующего агента (обращенная схема газификации)

Разработанный метод расчета концентраций компонентов древесного генераторного газа [2] позволяет определять концентрации продуктов основных химических реакций в каждой из активных зон (за исключением подзоны 1.0 БОВП) по начальным концентрациям исходных веществ или их соединений (газов), температуре и константам равновесия этих реакций.

Метод определения скорости и времени выгорания частиц газифицируемого древесного твердого топлива по его гранулометрическому составу [3], а также метод определения толщины активной зоны газогенератора [4] основаны на использовании уравнений выгорания частицы в слое В. В. Померанцева.

Физико-математическая модель процесса газификации древесного топлива позволяет с большей достоверностью моделировать процесс газификации древесного топлива по обращенной схеме при хорошем согласовании расчетных и опытных данных по составу генераторного газа (табл. 2), чего другие методы расчета не могут обеспечить.

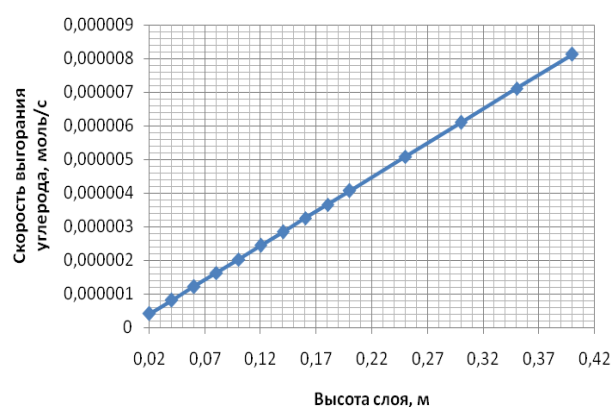
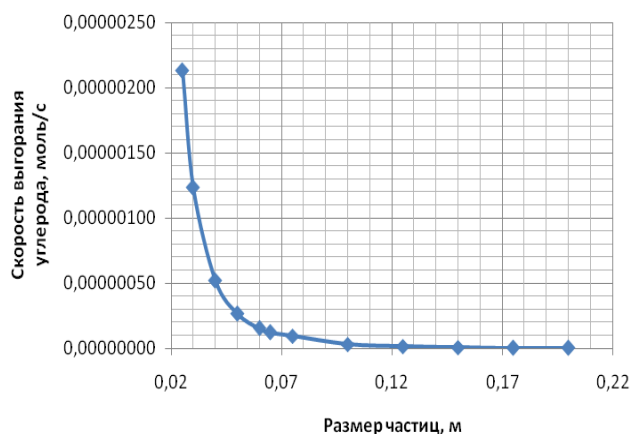
Скорость выгорания частиц в слое топлива постоянной высоты существенно зависит от их размера и прогрессивно возрастает по мере уменьшения их

размера (рис. 2). Скорость выгорания углерода при газификации слоя топлива с частицами постоянного размера почти линейно возрастает с увеличением высоты слоя (рис. 3).

**Таблица 2. Состав сухого генераторного газа по опытным данным Д. Б. Гинзбурга [5] (обращенная схема газификации) и по разработанной физико-математической модели процессов газификации слоя древесного топлива по обращенной схеме\***

Компоненты ген. газа Топливо	CO, %	CO <sub>2</sub> , %	H <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %	CH <sub>4</sub> , %	N <sub>2</sub> , %
Береза с влажностью 28%						
Опытные данные Д. Б. Гинзбурга	27,5	7,6	11,4	0,4	1,9	50,8
Расчетные данные по физико-математической модели (при $\alpha = 0,4$ )	26,5	7,6	10,3	0,0	4,9	50,8
Расхождение	1,0	0	1,1	0,4	3,0	0

\* Температура воздуха 283 К, относительная влажность воздуха 70 %. Температура по зонам: ОВЗ 1500 К, ВЗ 1275 К, ЗВП 950 К.



**Рис. 2.** Скорость выгорания углерода при газификации слоя топлива постоянной высоты в зависимости от размера его частиц

**Рис. 3.** Скорость выгорания углерода при газификации слоя топлива с частицами постоянного размера в зависимости от высоты слоя

Время выгорания частиц топлива в слое постоянной толщины прогрессивно возрастает при увеличении размера частиц топлива (рис. 4). «Плотная» толщина слоя топлива (рис. 5) позволяет рассчитывать толщину слоя загрузки, необходимую для образования активных зон в газогенераторе.

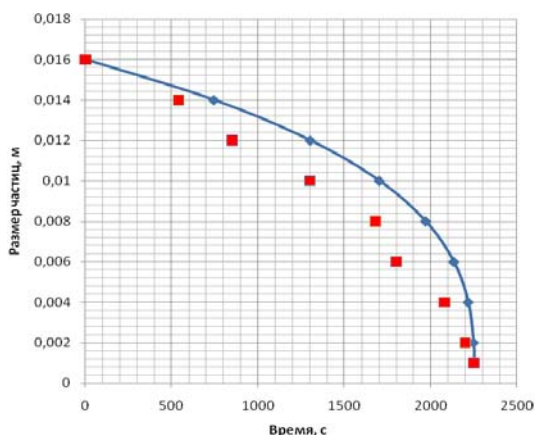


Рис. 4. Изменение во времени размера частицы угля с начальным размером 0,016 м в процессе выгорания (точки – опытные данные Хитрина Л. Н. и Кричигиной А. Ф. [6], кривая – расчетные значения)

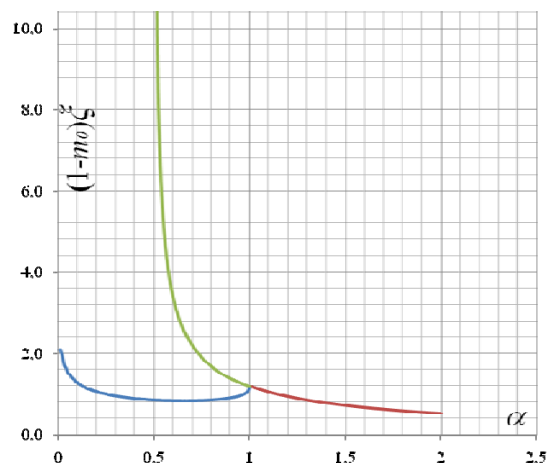


Рис. 5. Зависимость «плотной» толщины слоя топлива от коэффициента избытка воздуха  $\alpha_{СЛ}$  на выходе из полифракционного слоя с переменной порозностью и неравномерным распределением частиц по фракциям ( $n\delta_{01} = 10$ )

Для исключения многих недостатков существующих газогенераторов с учетом способов интенсификации процессов газификации [7] предложен и разработан новый газогенератор роторного типа (рис. 6).

Газогенератор роторного типа может быть использован для производства горючего генераторного газа из любых твердых органических топлив. В газогенераторе изменены направление движения сырья и газифицирующего агента и, следовательно, расположение и форма активных зон газификации (зоны сушки, восстановления и горения твердого топлива), чем достигается максимальное заполнение объема корпуса активными зонами газификации и наиболее эффективное использование пространства газогенератора. Последнее влечет за собой либо уменьшение габаритных размеров корпуса при сходных производительности



стях, либо повышение производительности при сходных габаритных размерах газогенератора.

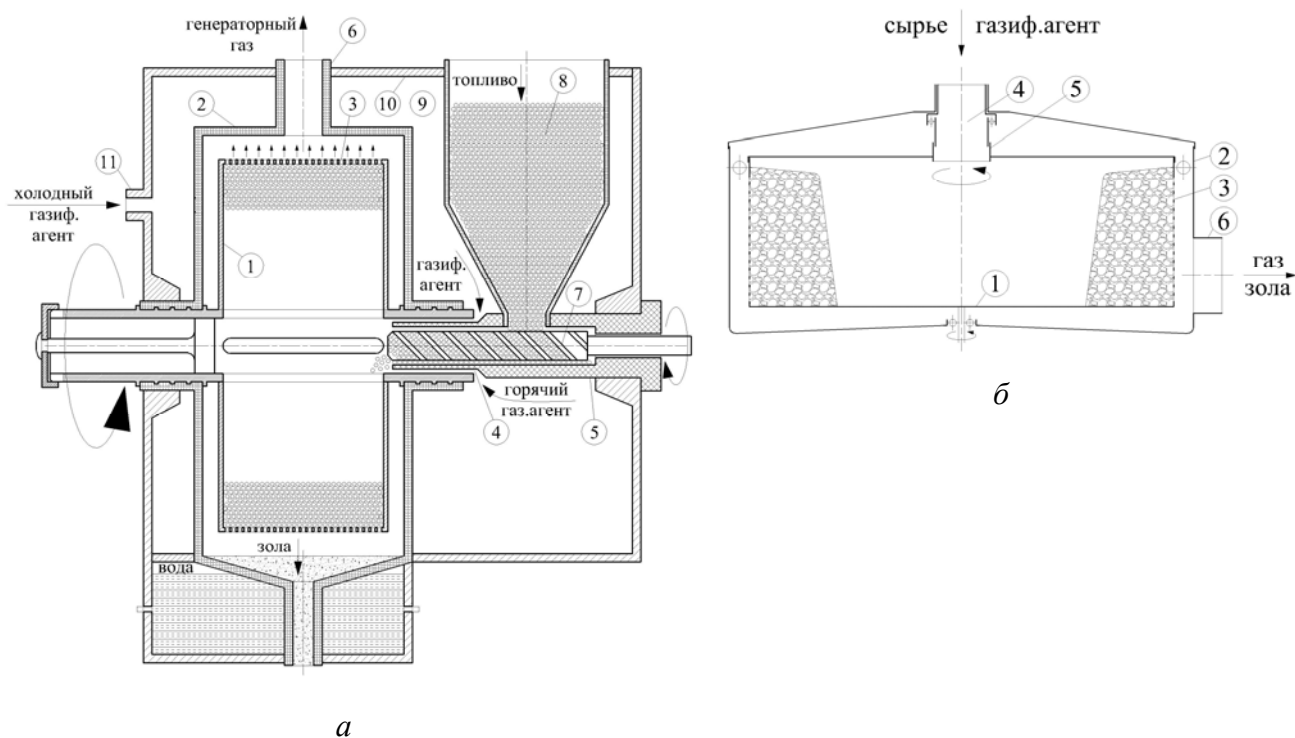
Принцип работы газогенератора заключается в том, что под воздействием центробежных сил, возникающих при вращении ротора газификационной камеры с перфорированной боковой стенкой (колосниковой решеткой), движение газифицируемого топлива внутри ротора становится направленным от центра к периферии перпендикулярно оси вращения. При этом активные зоны газификации последовательно располагаются от центра к периферии и имеют форму соосных слоев.

Конструктивные решения газогенератора роторного типа защищены патентами РФ на изобретение (Пат. № 2497045 Российская Федерация, МПК F23G5/027, C10J3/00. Газогенератор твердого топлива / Е. М. Кашин ; Пат. № 2579112 Российская Федерация, МПК F23G5/027, C10J3/00. Газогенератор твердого топлива / Е. М. Кашин, В. Н. Диденко).

Проведена экспериментальная проверка работоспособности газогенератора роторного типа, в ходе которой подтверждена устойчивая работа газогенератора как по прямой, так и по обращенной схеме газификации.

В результате расчетных исследований получено значение предельного соотношения максимальной мощности, потребляемой приводом газогенератора в длительном режиме работы, и тепловой мощности от сжигания получаемого генераторного газа [8]. Показано, что затраты энергии на привод газогенератора роторного типа составляют ничтожно малую долю от энергии, получаемой при сжигании генераторного газа, и демонстрируется явное преимущество газогенераторов роторного типа над классическими газогенераторами при переводе котельного отопительного оборудования с природного на генераторный газ [9, 10].

Анализ существующих газогенераторных установок позволил определить пути повышения эффективности процессов газификации древесины и разработать новый тип газогенераторной установки, защищенный патентами РФ, отличающийся повышенной производительностью и свободный от многих недостатков традиционных схем газификации твердого топлива.



*Рис. 6.* Схема газогенератора роторного типа: *а* – с горизонтальной осью вращения; *б* – с вертикальной осью вращения; 1 – газификационная камера, 2 – корпус; 3 – перфорированная обечайка (колосниковая решетка); 4 – канал для поступления газифицирующего агента в полость газификационной камеры; 5 – канал для подачи топлива; 6 – канал для сбора генераторного газа; 7 – шнек, подающий сырье-топливо; 8 – бункер с сырьем-топливом; 9 – внутренняя полость наружной оболочки; 10 – наружная оболочка; 11 – патрубок для подачи газифицирующего агента во внутреннюю полость наружной оболочки

Результаты работы могут быть полезны для предприятий и организаций, специализирующихся на разработке и выпуске газификаторов древесного топлива и отопительного оборудования на генераторном газе.

### Список литературы

1. *Кашин, Е. М.* Балансово-концентрационный метод определения состава и выхода древесного генераторного газа. Балансовая часть / Е. М. Кашин, В. Н. Диденко // *Деревообрабатывающая промышленность.* 2018. № 1. С. 73–82.
2. *Кашин, Е. М.* Балансово-концентрационный метод определения состава и выхода древесного генераторного газа. Концентрационная часть / Е. М. Кашин, В. Н. Диденко // *Деревообрабатывающая промышленность.* 2018. № 2. С. 57–68.

3. *Кашин, Е. М.* Метод определения скорости и времени выгорания частиц газифицируемого древесного твердого топлива по его гранулометрическому составу / Е. М. Кашин, В. Н. Диденко // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2018. № 4. С. 95–101.

4. *Диденко, В. Н.* Определение величины активной зоны газогенератора роторного типа / В. Н. Диденко, Е. М. Кашин // *Интеллектуальные системы в производстве*. 2014. № 2. С. 178–183.

5. *Гинзбург, Д. Б.* Газификация низкосортного топлива. М. : Государственное издательство литературы по строительным материалам, 1950. С. 34–35.

6. Горение углерода. Опыт построения физико-химических основ процесса / А. С. Предводителев, Л. Н. Хитрин, О. А. Цуханова [и др.]. М., Л. : Изд-во академии наук СССР, 1949. С. 292–293.

7. *Кашин, Е. М.* Основные методы интенсификации процессов газификации топлива // II Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с междунар. участием «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке». Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2013. С. 1317–1322.

8. *Диденко, В. Н.* Методика определения предельных значений затрат энергии на привод газогенератора роторного типа / В. Н. Диденко, Е. М. Кашин // *Интеллектуальные системы в производстве*. 2015. № 3. С. 97–100.

9. *Диденко, В. Н.* Генераторный газ из древесных отходов как альтернатива природному газу в котлоагрегатах / В. Н. Диденко, Е. М. Кашин // *Деревообрабатывающая промышленность*. 2017. № 4. С. 52–57.

10. *Диденко, В. Н.* Энергетические аспекты полного перевода котлоагрегатов с природного на генераторный газ / В. Н. Диденко, Е. М. Кашин // *Интеллектуальные системы в производстве*. 2016. № 3. С. 97–102.

*Ф. А. Лекомцев*, магистрант, lecfedor@mail.ru

*К. В. Шишаков*, кандидат физико-математических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Исследование свойств широкополосности многодиапазонных антенн**

*Проведен систематический анализ свойств широкополосности многодиапазонных современных антенн КВ- и УКВ-диапазона, а именно вертикальной антенны, направленной антенны и диполя. Эти антенны были построены в программной среде MMANA для большей наглядности, а также впоследствии промоделированы, чтобы вывести графики коэффициента стоячей волны и входного сопротивления. Графики были проанализированы, чтобы выявить антенны с наилучшими характеристиками, а также наглядно увидеть, как изменение конструктивных параметры антенны и другие факторы влияют на те или иные характеристики.*

**Ключевые слова:** широкополосность, многодиапазонные антенны, комбинированные антенны, коэффициент стоячей волны (КСВ), входное сопротивление.

### **Вертикальная антенна**

Моделирование данной антенны будет осуществляться в диапазоне частот 3...500 МГц. Построим ее в программной среде MMANA [1]. Внешний вид антенны приведен на рис. 1, а. На рис. 1, б, в представлены графики зависимости входного сопротивления, КСВ.

Как видно из рис. 1, в, антенна имеет 5 диапазонов, так как на каждом диапазоне работает свой диполь с общей точкой питания. Широкополосность по диапазонам данной антенны достигается за счет прямого включения диполей. По графику рис. 1, б, видно, что она имеет неплохое входное сопротивление на всем диапазоне частот [2].

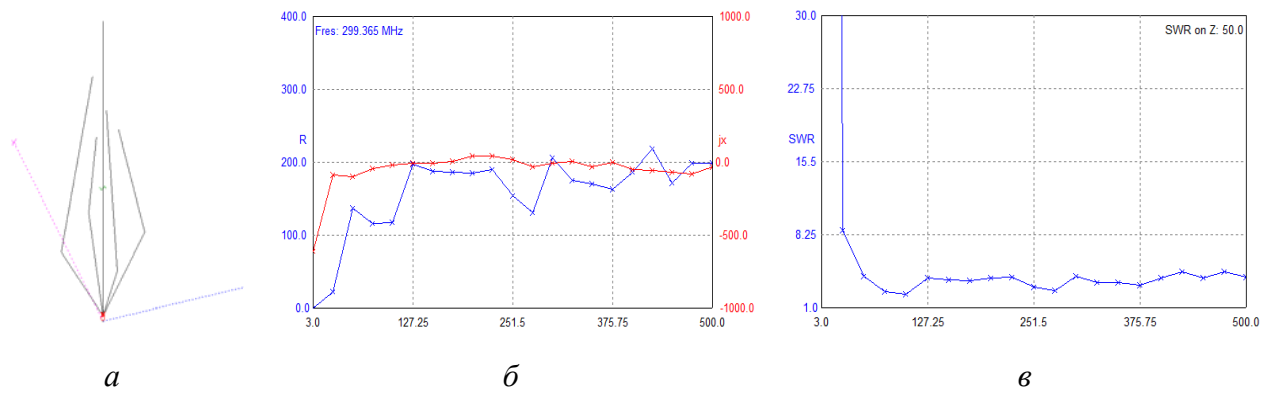


Рис. 1. Вертикальная антенна и ее свойства: а – внешний вид антенны в программе MMANA; б – входное сопротивление антенны; в – КСВ антенны

### Направленная антенна

Моделирование антенны будет проводиться также в диапазоне частот 3...500 МГц. Внешний вид и размеры антенны представлены на рис. 2, а. На рис. 2, б, в представлены графики зависимости входного сопротивления, КСВ.

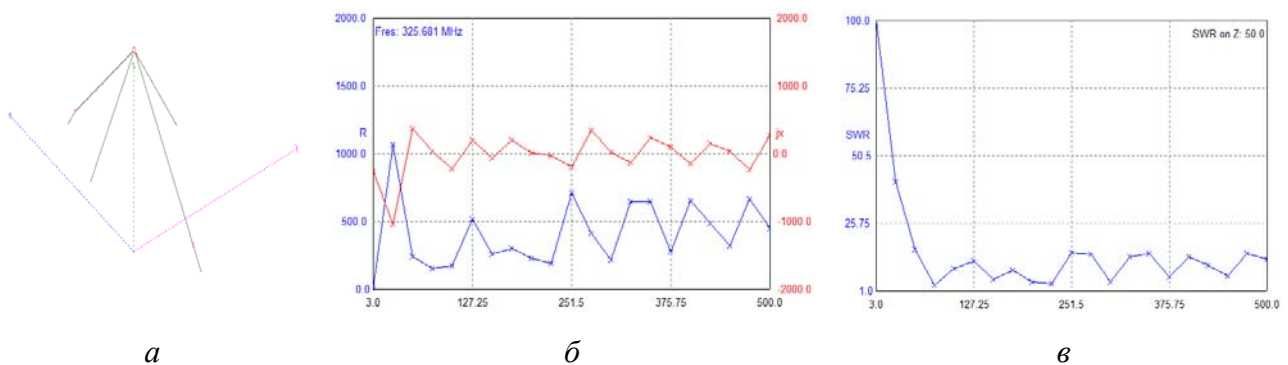


Рис. 2. Направленная антенна и ее свойства: а – внешний вид антенны в программе MMANA; б – входное сопротивление антенны; в – КСВ антенны

Как видно из рис. 2, б, антенна имеет входное сопротивление, примерно приближенное к 50 Ом. Меняя угол подвесов антенны, можно достичь лучшего входного сопротивления антенны, а если плечи вибратора сделать несимметричными, то будет расширяться рабочая полоса и увеличиваться сопротивление.

По рис. 2, в, видно, что антенна является 6-диапазонной антенной, и КСВ почти на всем диапазоне частот имеет удовлетворительные значения [3].

## Диполь

Моделирование антенны диполя будет проводиться в диапазоне частот 3...500 МГц. Внешний вид и размеры антенны представлены на рис. 3, а. На рис. 3, б, в представлены зависимости входного сопротивления, КСВ.

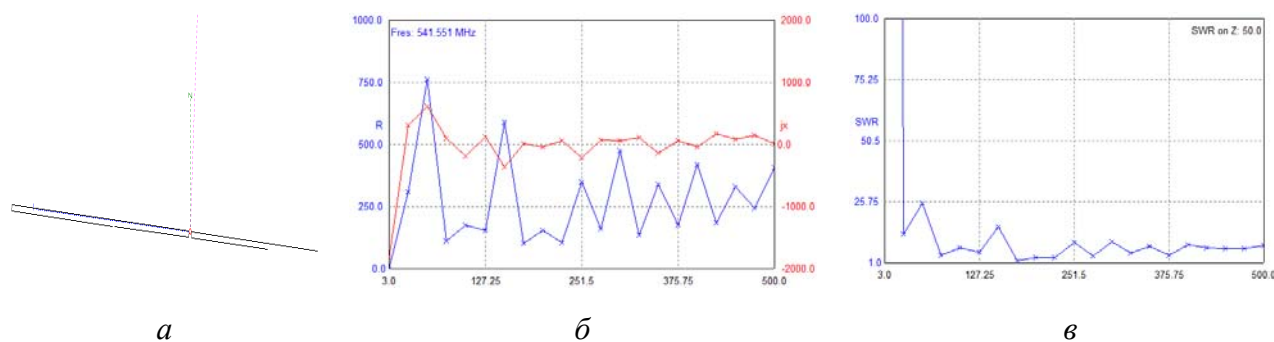


Рис. 3. Диполь и ее свойства: а – внешний вид диполя в программе MMANA; б – входное сопротивление диполя; в – КСВ диполя

За счет короткозамкнутых  $\lambda/4$  шлейфов в ассиметричных антеннах можно уменьшить число шлейфов, а также увеличить количество диапазонов. Антенна, показанная на рис. 3, а, имеет расстояние между проводами 10 см. В диапазоне 30 м работает вся длина антенны: справа 4,8 м и слева 6,85 плюс загнутые 3,85 м. Несмотря на смещение точки питания, активное сопротивление в этом диапазоне повышается не так сильно и составляет около 60 Ом, как показано на рис. 3, б.

На 18 МГц левый шлейф 3,85 м имеет длину, близкую к  $\lambda/4$ , и отсекает эту часть антенны. Остается ассиметричный диполь с плечами 4,8 и 2,9 м. Антенна полноразмерна и ассиметрична, поэтому активное сопротивление довольно высокое – более 80 Ом.

В диапазоне 12 м антенна работает как полуволновой диполь с плечами 2,9 и 2,85 м. Это практически обычный симметричный диполь  $\lambda/2$  [3].

## Заключение

Авторами была поставлена провести систематический анализ свойств широкополосности многдиапазонных антенн. Все антенны оказались с удов-

летворительными характеристиками коэффициента стоячей волны и входного сопротивления, но наилучшими были у вертикальной антенны. Ее входное сопротивление приближено к 50 Ом, а коэффициент стоячей волны на всем диапазоне не больше 1,5.

### Список литературы

1. *Гончаренко, И. В.* Компьютерное моделирование антенн. Всё о программе MANNA // Радио, 2002. 80 с.
2. *Гончаренко, И. В.* Антенны КВ и УКВ. Ч. 3. Простые КВ-антенны // Радио, 2002. 80 с.
3. *Григоров, И. Н.* Антенны. Городские конструкции. М. : Радио Софт, 2010. 293 с.

Макаров Н. Е., магистрант, 27nekit@gmail.com

Марков М. М., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## Цифровая компенсация рассогласований в приемниках

*Рассматриваются рассогласования, которые могут возникать при использовании квадратурного смесителя. Отдельно рассмотрено амплитудное рассогласование I/Q-составляющих, а также приведен один из способов компенсации данных искажений путем цифровой обработки. Предложена структура приемника с цифровой компенсацией рассогласований с автоматической калибровкой коэффициента масштабирования амплитуд синфазного и квадратурного каналов. Данная структура позволяет использовать цифровую коррекцию с различными типами модуляции и воздействиями в канале связи.*

**Ключевые слова:** квадратурный смеситель, цифровая компенсация, амплитудное рассогласование, фазовая ошибка, компенсация с автоматической калибровкой.

Квадратурное смешивание известно уже на протяжении десятилетий, но так и не получило широкое распространение, и подавляющее большинство современных радиоприемников основано на традиционном супергетеродинном принципе. Основные проблемы при использовании квадратурного смесителя возникают из-за дисбаланса между I/Q-каналами. Даже небольшой дисбаланс оказывает серьезное влияние на производительность трансиверов. Высокие требования к согласованности каналов приводят к усложнению построения аналоговых трактов приема и передачи, что, в свою очередь, приводит к существенному удорожанию данных схем [1, 2].



Дисбаланс  $I/Q$  может проявляться в виде смещения постоянной составляющей, амплитудного рассогласования, фазовой ошибки. Они могут быть внесены как передатчиком, так и приемником, но в обоих случаях в спектре сигнала они отражаются в виде нежелательных побочных составляющих.

Амплитудный дисбаланс  $I/Q$  может возникать из-за амплитудного рассогласования гетеродина, рассогласования АЦП на  $I/Q$  каналах, а также из-за несоответствующей разводки проводников на печатной плате. Сигнал основной полосы частот с амплитудным рассогласованием может быть описан как [3]

$$I(t) = [a(t)(1 + \rho)] \cos \theta(t);$$

$$Q(t) = a(t) \cdot \sin \theta(t),$$

где  $I(t)$  – синфазная составляющая;  $Q(t)$  – квадратурная составляющая;  $a(t)$  – амплитуда;  $\rho$  – амплитудное рассогласование;  $\theta(t)$  – частота.

Рассогласование амплитуды  $I/Q$  составляющих в частотной области изображено на рис. 1.

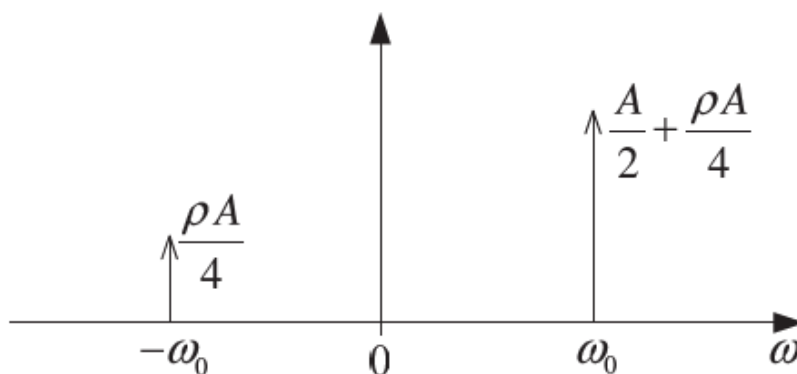


Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика сигнала при амплитудном рассогласовании

Это значит, что квадратурный смеситель с рассогласованием по амплитуде на величину  $\rho$  будет давать паразитную составляющую в отрицательной области частот величиной  $\rho A/4$ , а также к появлению добавки к амплитуде величиной  $\rho A/4$  в основной области частот.

Чтобы избавиться от побочных составляющих, можно воспользоваться программными методами компенсации. В таких системах цифровой обработки возможно скомпенсировать искажения вызванных аналоговым входным интерфейсом. Погрешность такой компенсации обусловлена только точностью измерения эффектов искажения и точностью самого компенсатора.

Пример построения приемного тракта *SDR*-приемника с компенсацией изображен на рис. 2.

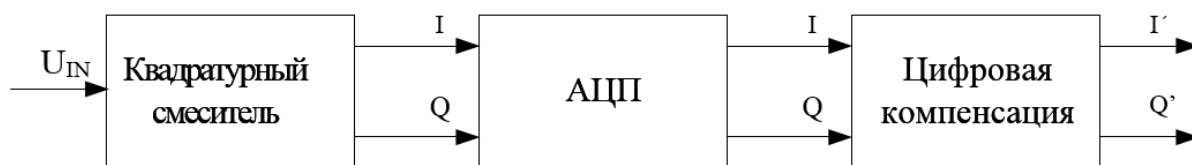


Рис. 2. Приемник с цифровой компенсацией

На вход блока цифровой компенсации поступают сигналы  $I$  и  $Q$  с искажениями, вносимые квадратурным смесителем и АЦП. Путем ввода обратных искажений в цифровом виде на выходе получаем сигналы  $I'$  и  $Q'$  без нежелательных составляющих, которые могут подвергаться дальнейшей обработке.

Несовпадение амплитуды сигнала между каналами  $I$  и  $Q$  может быть скомпенсировано путем масштабирования одного из двух каналов с правильным коэффициентом. Например, можно масштабировать сигнал  $I$  с помощью коэффициента амплитудной компенсации  $C_A$  и оставить сигнал  $Q$  как есть. В таком случае скомпенсированные сигналы  $I'(t)$  и  $Q'(t)$  будут вычисляться как [4]

$$I'(t) = I(t) \frac{1}{1 + C_A};$$

$$Q'(t) = Q(t).$$

Чтобы выполнить компенсацию, необходимо вычислить коэффициент  $C_A$  и ввести данный параметр в блок цифровой компенсации. В зависимости от ка-

нала связи и от типа принимаемого сигнала данный коэффициент будет изменяться. Поэтому целесообразно использовать калибратор, который вычисляет коэффициенты для коррекции рассогласований и передает их в блок компенсации. Типовая структура такой системы изображена на рис. 3.

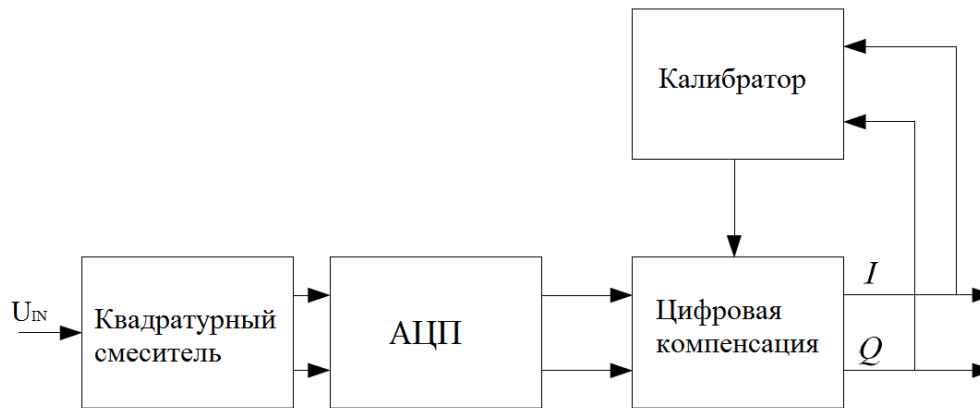


Рис. 3. Приемник с цифровой компенсацией и автоматической калибровкой

В сочетании с грамотным построением аналоговых трактов, а также использованием метода цифровой компенсации в передающей стороне, можно получить SDR приемники с устойчивыми параметрами на широкой полосе частот.

### Список литературы

1. Радиотехнические системы передачи информации / В. А. Борисов, В. В. Калмыков, Я. М. Ковальчук [и др.] ; под ред. В. В. Калмыкова. М. : Радио и связь, 1990. 304 с. Гл. V.
2. Abidi A. A. Direct-Conversion Radio Transceivers for Digital Communications. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 1995, vol. 30, no. 12.
3. Valkama M., Renfors M., Koivune V. Advanced Methods for I/Q Imbalance Compensation in Communication Receivers. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2001, vol. 49, no. 10.
4. Van rooyen G.-J. Quadrature-Baseband Compensation Principles for Arbitrary-Accuracy Signal Conversion and Processing: PhD thesis. University of Stellenbosch, December 2004.

*А. Г. Нагимуллина*, бакалавр, aliya.nagimullina@yandex.ru  
*Г. Г. Нагимуллина*, бакалавр, guzaliya\_nagimullina@mail.ru  
*Ю. В. Лобовикова*, бакалавр, Lobovikovasokolov@gmail.com  
*А. А. Данилова*, старший преподаватель, aa\_danilova@mail.ru  
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Разработка пьезоэлектрической кнопки-антистресс**

*Описывается разработка пьезоэлектрической кнопки-антистресс, которая с помощью механических нагрузок сможет накапливать энергию и отдавать ее с пользой. Рассчитаны затраты, необходимые для приобретения материалов, и рассмотрен план разработки данного устройства, а также его преимущества и недостатки.*

**Ключевые слова:** пьезоэлектричество, кнопки, энергия, антистресс, механические нагрузки.

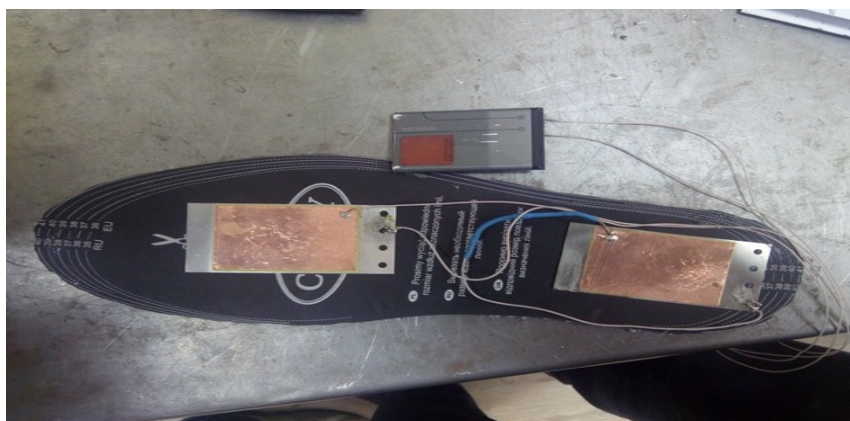
На сегодняшний день почти каждый человек при себе имеет энергозависимые устройства, такие как телефон, планшет, плеер, теперь и часы можно отнести к этому списку. Зачастую многим не хватает автономности этих устройств, или можно просто забыть их зарядить, но оказаться на целый день без телефона, например, для большинства людей невыносимо.

Вследствие этого люди начинают нервничать, испытывают возбуждение и чрезмерный уровень эмоционального напряжения. На данный момент на рынке существует множество игрушек-антистресс, которые помогают успокоиться и прийти в нормальное состояние.

Идея проекта – разработать пьезоэлектрическую кнопку-антистресс, которая с помощью механических нагрузок (нажатий) сможет накапливать энергию, которую можно использовать для зарядки телефона. Поэтому данная работа будет актуальной в настоящее время.

Подобная энергия используется на станции метро «Марунучи», расположенной в Токио. В настил пола помещены пьезоэлементы. Из-за большого скопления людей, давящих ступнями на пол, вырабатывается небольшая, но существенная мощность, которой хватает для управления турникетами [2].

Аналогом пьезоэлектрической кнопки-антистресс является стелька-пьезогенератор. Опытный прототип ресурсоэффективной стельки в настоящее время уже создан. В этом устройстве одиночный пьезоэлемент монтируется в подкладку обуви, он позволяет генерировать определенную мощность энергии при быстром передвижении, к примеру, при беге человека. Данное устройство представлено на рис. 1 [1].



*Рис. 1.* Стелька-пьезогенератор

Целевой аудиторией, на которую направлен проект, являются в первую очередь студенты как активные пользователи электронных устройств и испытывающие частые стрессы. Также этот проект будет интересен людям, которые нуждаются в увеличении автономности своих устройств. С помощью пьезоэлектрической кнопки-антистресс они смогут легко зарядить свои гаджеты простыми нажатиями на кнопку, которая будет выделять необходимую энергию.

Чтобы создать образец пьезоэлектрической кнопки-антистресс необходимы следующие материалы и инструменты, указанные в таблице.

## Материалы и инструменты для создания образца пьезоэлектрической кнопки-антистресс

Материалы	Стоимость материалов	Инструменты
Батарейный блок с USB-входом	200 руб. – 1 шт.	Мультитул (плоскогубцы, кусачки и т.д.)
Пьезоэлектрические преобразователи – 4 шт.	18 руб. – 4 шт.	Гравер
Выпрямительный диод – 2 шт.	40 руб. – 2 шт.	Ножницы
Провод 0,3 м	4 руб. – 1 м	Карандаш
Корпус	самодельный	Паяльник
Клей	7 руб. – 1 шт.	
<b>Итого</b>	<b>270 руб.</b>	

Исходя из представленных материалов, самым затратным оказался батарейный блок. В сумме для создания опытного образца пьезоэлектрической кнопки необходимо примерно двести семьдесят рублей.

Далее представлено описание действий по разработке устройства.

1. Основой для будущего устройства будет заготовка из пластика определенной формы и размера. Постоянные механические нагрузки пластинка может не выдержать, поэтому она должна быть изготовлена из крепкого материала толщиной 3-6 мм.

2. Далее нужно расположить два пьезоэлемента на панели в тех местах, где будет давление на кнопки и обвести их карандашом, чтобы зафиксировать для дальнейшей работы.

3. Круглые отверстия в пластике изготавливаются с помощью гравера.

4. Чтобы приклеить пьезоэлементы в отверстия, необходимо воспользоваться резиновым клеем, так как он при засыхании не твердеет и проявляет гибкость соединения в отличие от суперклея.

5. Затем нужно спаять пьезоэлементы параллельно между собой. Если же их припаять последовательно, то величина тока вырастет, а напряжение упадет.

6. Рядом с пьезоэлементами изготавливается диодный мост из четырех выпрямительных диодов, которые выпрямляют переменный ток в постоянный.

7. В центры пьезоэлементов приклеиваются маленькие куски пенопласта. Они помогут выдавливать диски во время нажатий.

8. Заключительный этап – добавить батарейный блок и конструкцию поместить в готовый самодельный корпус.

Данное устройство находится на стадии разработки и не было испытано в реальных условиях, поэтому на данном этапе трудно вычислить, какую энергию (мощность) оно будет выделять. На рис. 2 представлен примерный образец пьезоэлектрической кнопки-антистресс.



Рис. 2. Пьезоэлектрическая кнопка-антистресс

Таким образом, пьезоэлектрическая кнопка-антистресс станет неотъемлемой частью альтернативного источника электроэнергии и хорошей успокаивающей игрушкой. Пьезогенераторы уже сейчас успешно применяются как источники энергии, но в небольших масштабах. На данный момент они могут быть отличным дополнением к энергии в промышленности.

### Список литературы

1. Данилова, А. А. Интеграционные связи выпуска навигационных стелек как проявление эффекта синергизма / А. А. Данилова, А. И. Яковлева // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 2. С. 56–61.

2. Пьезогенераторы – новые источники электроэнергии. Фантазии или реальность? URL: <https://multiurok.ru/files/uchiebno-issliedovatiel-skii-proiekt-p-iezoghienie.html> (дата обращения: 06.10.2018).

*Т. Д. Насридинов*, студент, timur.nasridin1@yandex.ru

*Н. А. Чорбаа*, студент; *И. А. Кайсина*, аспирант

*А. В. Абилов*, кандидат технических наук, доцент

*М. М. Цаллагова*, бакалавр

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

имени В. И. Ульянова (Ленина)

### **Тестовый стенд для промышленного интернета вещей**

*Рассмотрены аспекты внедрения автоматизации в жизнь человека и распространение взаимодействия «машина – машина». Последовательно рассмотрены составные части тестового стенда для промышленного интернета вещей. В него входят: рука – сервер – маршрутизатор – коммутатор. В роли среды передачи данных используется проводное соединение. Выявлена необходимость в использовании проводного подключения при работе с промышленным интернетом вещей. На основе данного стенда предлагается рассмотреть роботизированную руку Braccio при помощи инновационной платформы Thing Worx в работу промышленного интернета вещей через микроконтроллер Arduino.*

**Ключевые слова:** объединение интернет вещей Thing Worx, M2M.

#### **Введение**

Развитие технологий происходит в сторону автоматизации электронных устройств. Она подразумевает объединение всех устройств в единую вычислительную сеть и использование современных технологий управления. Такая коммуникация называется «машина – машина». Одна из таких технологий управления – интернет вещей.

---

© Насридинов Т. Д., Чорбаа Н. А., Кайсина И. А., Абилов А. В.,

Цаллагова М. М., 2019



Интернет вещей – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека. В 2004 г. в *Scientific American* была опубликована обширная статья [1], в которой описывалось объединение устройств в единую сеть, обслуживаемую интернет-протоколами. Связь между машиной и машиной (M2M) происходит между некоторыми объектами или устройствами с вычислением. Одним из видов, где применяется связь M2M, является промышленный (индустриальный) интернет вещей, который используется для отраслевого применения. Первоначально устанавливаются датчики (средства измерения температуры, давления), исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы, после чего осуществляется сбор информации. В качестве технологий идентификации используют оптически распознаваемые идентификаторы (штрих-коды, QR-коды), а при непосредственном подключении применяется MAC-адрес сетевого адаптера для определения устройства на канальном уровне [2]. Полученные сведения передаются через проводные или беспроводные сети на серверы, которые извлекают и обрабатывают собранную информацию и автоматически ее контролируют.

Для беспроводной среды в построении интернета вещей важную роль играют такие параметры, как скорость, отказоустойчивость, эффективность. В этом случае интерес представляет стандарт IEEE 802.15.4, который является основой для таких протоколов, как ZigBee, LoRaWAN. Поскольку большинство машин работают от батареи, энергоэффективность является одним из самых важных аспектов. Так как информация генерируется из большого количества объектов, а такие параметры, как период генерации данных, количество данных и их тип разные, образуется много показателей. Ключевыми параметрами также являются дальность, частота, скорость передачи данных и безопасность [3].

Передача данных проводным путем будет использоваться более эффективно, чем беспроводная. Это в первую очередь связано с тем, что беспроводная связь будет испытывать большее затухание сигнала в пространстве, чем за-

тухания по кабелю. Также скорость передачи сильно зависит от условий среды, таких как естественные и искусственные препятствия (их количество, плотность), состояние окружающей среды (осадки, температура). Но при непосредственном подключении такие параметры больше не оказывают влияния. Безопасность тоже намного выше у проводного соединения, так как сигнал передается не через окружающее пространство. Для промышленного интернета вещей такой тип коммутации отлично подходит. Для более подробного рассмотрения можно привести пример роботизированной руки Braccio.

### **Роботизированная рука Tinkerkit Braccio**

TinkerKit Braccio – это полностью автоматическая роботизированная рука, управляемая через платформу Arduino (рис. 1). Она может быть собрана несколькими способами для множества задач, таких как в ней присутствуют движущиеся объекты.



*Рис. 1.* Роботизированная рука Tinkerkit Braccio

Поскольку она является универсальной, Braccio также может поддерживать различные объекты на конце «руки». Но, несмотря на это, Braccio является уменьшенным аналогом большой роботизированной руки, используемой на промышленных заводах (сборка автомобилей, фасовка тяжелых объектов, изготовление интегральных схем). Данный продукт соединяется путем фиксации частей (сервопривод, корпус, «кисть») болтами и шурупами. Затем моторы подключаются к микроконтроллеру Arduino по проводам, каждый из которых

соединяется в нужный разъем (в данном случае их 6). Также можно дополнить всю схему подключением модуля ArduinoShield, который является универсальной платой для расширения функций микроконтроллера. С ее помощью можно добавить различные модули для самых различных целей, например модуль Loawan RAK811, который позволит получить беспроводную передачу и получение данных, а также дальнейшее управление через компьютер.

В нашем случае мы рассматриваем проводное соединение. ArduinoShield имеет необходимый разъем для получения итоговой схемы. Всё управление осуществляется через компьютер путем соединения и передачи данных по кабелю Ethernet. На компьютере с помощью специальной программы будет происходить передача различных сигналов (команды) на роботизированную руку, которые необходимо предварительно прописать на языке программирования. Но этого будет недостаточно, так как необходимо где-то хранить информацию, полученную с датчиков, а также нужен контроль оборудования. В качестве решения проблемы можно рассмотреть зарубежную разработку – платформу для промышленных инноваций ThingWorx.

### **ThingWorx**

ThingWorx – платформа для разработки и использования программных приложений для интернета вещей (рис. 2). Она обеспечивает функционал, гибкость и масштабируемость, которые необходимы предприятиям для развития промышленных инноваций [4], включая возможности передачи, контекстного подбора и синтеза данных при одновременной координации процессов и предоставлении эффективных веб-сред, мобильных сред и сред дополненной реальности.

В ThingWorx можно создать объекты (виртуальные), имитирующие реальные, расписать их свойства и дать им команды, а затем через провода и датчики подключить реальные объекты, которые в дальнейшем могут управляться с помощью облачных вычислений.

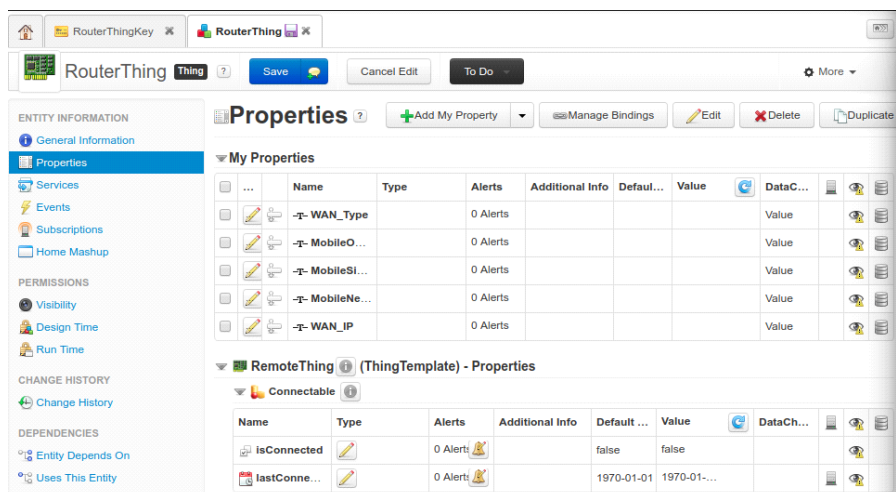


Рис. 2. Интерфейс платформы ThingWorx

На примере роботизированной руки можно организовать подключение к платформе ThingWorx. Так как платформа по сути является сервером, то ей необходимо передавать и получать информацию с объектов, которые будут подключены. Для организации такой структуры понадобятся также коммутатор и маршрутизатор. Они необходимы для регулирования данных, а также для увеличения количества подключенных устройств, если нужно будет расширить сеть. В итоге получится следующая схема передачи: ThingWorx (сервер) – маршрутизатор – коммутатор – ArduinoShield – роботизированная рука. Микроконтроллер будет отсылать полученную информацию к «руке», а она, приняв эти команды, начнет совершать требуемые движения и действия.

Одно из важных дополнений для применения в промышленном интернете вещей является использование интерфейса для управления объектами, который можно разработать в ThingWorx (рис. 3). Способы организации интерфейса различны, что позволяет использовать его для разного рода целей, например, для управления и сбора информации с датчиков положения сервоприводов робота в пространстве. Интерфейс можно создать для всего рабочего персонала – от оператора до главного инженера. Такая функция исключит из производства непосредственное вмешательство человека в процесс, так как всё управление и наблюдение будет осуществляться дистанционно. Тем самым повысится уровень автоматизации, а также увеличится комфортность рабочего пространства.



Рис. 3. Интерфейс для управления и мониторинга производственного процесса

К сожалению, платформа ThingWorx является зарубежной разработкой и не является официально зарегистрированной в России, что приводит к ряду проблем с получением доступа к серверу. В связи с этим для решения этой проблемы необходимо создать собственную разработку. Тогда промышленные предприятия могли бы пользоваться такой платформой (сервером) и автоматизировать свое производство до высокого уровня.

### Список литературы

1. Boulos M.N.K., Al-Shorbaji N.M. On the Internet of Things, smart cities and the WHO Healthy Cities, 2014.
2. Лузянин, А. Ю. Информационная безопасность интернета вещей / А. Ю. Лузянин, Н. Ш. Аманов // Инновационная наука. 2016. №. 8-2.
3. Рентюк, В. Краткий путеводитель по беспроводным технологиям «Интернета вещей». Ч. 1. Сети, шлюзы, облака и протоколы // Control Engineering Россия. 2017. №. 6.
4. Интернет Вещей на промышленных предприятиях / В. П. Куприяновский [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4, №. 12.

*Серебренников О. В.*, магистрант, oleg.silver6@gmail.com

*Пушкарев А. Э.*, доктор технических наук, профессор, pushkarev@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Морфологический анализ энергетически эффективных вентиляционных дефлекторов \***

*В настоящее время в системах вентиляции жилых, общественных и промышленных зданий расходуется большое количество энергоресурсов, направленных на создание требуемого тепловлажностного режима. Вентиляционные дефлекторы существенно улучшают работу систем вентиляции. Используя методы морфологического анализа, рассмотрены различные варианты конструкции и использования дефлекторов и предложены наиболее эффективные из них.*

**Ключевые слова:** естественная вентиляция, энергоэффективность, вентиляционный дефлектор, морфологический анализ.

Согласно приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации актуальным является проектирование новых или реконструкция старых объектов с использованием энергоэффективных и энергосберегающих технологий. Большое количество энергоресурсов расходуется в системах вентиляции жилых, общественных и промышленных зданий [1, 2].

Одним из устройств, предназначенных для поддержания тепловлажностного баланса в системах естественной вентиляции, являются вентиляционные дефлекторы, устанавливаемые на кровле или стене здания. Дефлекторы способствуют решению важнейшей проблемы в системах естественной вентиляции – соз-

---

© Серебренников О. В., Пушкарев А. Э., 2019

\* Работа выполнена по гранту для ученых Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (проект 08.04.01/18ПАЭ).

дание и поддержание необходимой тяги. Вентиляционный дефлектор усиливает подсос из вентиляционного канала за счет ветрового напора. Несмотря на простоту конструкции и доступную цену, устройство существенно увеличивает тягу.

В настоящее время известно множество разнообразных конструкций дефлекторов, наиболее распространенные из них представлены на рис. 1.

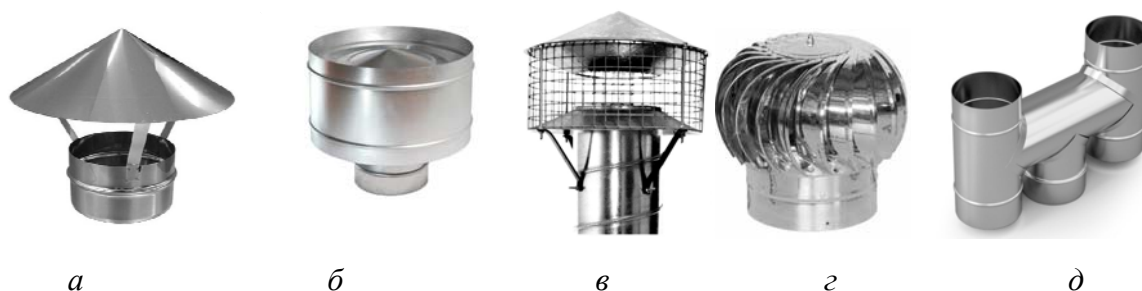


Рис. 1. Виды вентиляционных дефлекторов: *a* – классический колпак Григоровича; *b* – универсальная насадка ЦАГИ; *v* – дефлектор серии ДС; *z* – ротационный турбодефлектор, *d* – модуль Н-образного типа

Поиск наилучшего варианта дефлектора и места его установки удобно проводить с помощью методов морфологического анализа [3–6]. С этой целью разработана морфологическая матрица вентиляционных дефлекторов (рис. 2). Входами в матрицу являются: вид дефлектора (рис. 1); источник движения воздуха; расположение дефлектора.

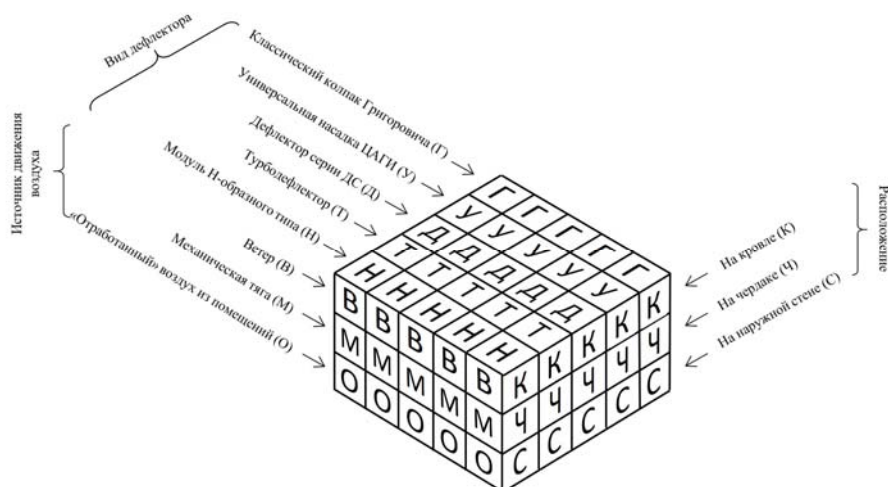


Рис. 2. Морфологическая матрица вентиляционных дефлекторов

Морфологическая матрица объединяет 75 вариантов использования дефлекторов в вентиляционной системе и позволяет вести поиск альтернативных вариантов. В качестве примера рассмотрим несколько ячеек матрицы.

**ТВК** – современный вариант, который используется в системах естественной вентиляции жилых зданий. Стальной турбодефлектор с лепестками устанавливается непосредственно на крышную вентиляционную шахту. За счет лепестковой конструкции такой дефлектор вращается от ветра всегда в одном направлении, выдувая поток воздуха из шахты наружу. Тем самым внутри шахты создается разрежение, и появляется дополнительная тяга. Данный тип дефлектора и его расположение наиболее эффективны в местностях с большой скоростью ветра в течение всего года.

**УОС** – вариант для помещений, ниже которых находится механическая вытяжная система вентиляции. Дефлектор ЦАГИ монтируется на наружную стену; прямо под ним должна располагаться наружная вентиляционная решетка вытяжной системы. Принцип действия устройства основан на законе Бернулли, одним из следствий которого является эффект разрежения воздуха в потоке с изменяющимся сечением. «Отработанный» воздух выходит из помещения, тем самым обеспечивая дефлектор нужным потоком воздуха и, соответственно, разрежение внутри. Чем выше скорость потока, тем заметнее перепад давлений и эффективность системы.

Выбор варианта исполнения дефлектора для систем вентиляции определяется, во-первых, заказчиком, во-вторых, эффективностью всей системы в конкретном объекте проектирования, в-третьих, подробным функционально-стоимостным анализом [7–10], намеченным в качестве следующего этапа исследований.

### **Список литературы**

1. *Пушкарев, А. Э.* Аналитический расчет роторного регенеративного теплообменника / А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 1 (28). С. 86–89.



2. *Пушкарев, А. Э.* Комплексное использование ветрогенератора и теплового насоса в системе теплоснабжения зданий / А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Составляющие научно-технического прогресса. 2013. № 4. С. 46–48.
3. *Пушкарев, А. Э.* Морфологическая матрица энергоэффективности технологий при реконструкции административно-выставочных комплексов / А. Э. Пушкарев, И. А. Изюрьева, П. П. Козлов // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 256–258.
4. *Пушкарева, Л. А.* Морфологический анализ применения тентовых конструкций в малых сооружениях / Л. А. Пушкарева, Е. П. Шахтарина, А. А. Захарова // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 259–261.
5. *Пушкарева, Л. А.* Морфологический анализ применения деревянных конструкций в малоэтажном строительстве / Л. А. Пушкарева, М. П. Ижболдина, А. В. Подшивалова // Фотинские чтения. 017. № 2 (8). С. 173–176.
6. *Пушкарева, Т. А.* Применение методов морфологического анализа для выбора наиболее экономичного решения использования теплоты отточной воды нефтяных скважин / Т. А. Пушкарева, И. С. Вяргизов, А. Ю. Черных // Фотинские чтения. 2017. № 2 (8). С. 176–180.
7. *Плеханов, Ф. И.* Выбор виброзащиты зданий и сооружений с подвижными нагрузками на основе функционально-структурной модели / Ф. И. Плеханов, А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Фотинские чтения. 2017. № 2 (8). С. 168–172.
8. *Гринберг, В. Н.* Функционально-структурный анализ и синтез складных стабилизаторов / В. Н. Гринберг, А. Э. Пушкарев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 1998. № 1-3. С. 19–26.
9. *Пушкарев, А. Э.* Функциональная модель машинного агрегата / А. Э. Пушкарев, Л. А. Пушкарева // Наука Удмуртии. 2009. № 9. С. 197–201.
10. *Пушкарева, Л. А.* Применение методов функционально-структурного анализа и квалиметрии при отборе олимпиадных задач для учебного процесса // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2009. № 1. С. 169–171.

*Туркин Д. Н.*, магистрант, turkin95@inbox.ru  
*Клековкин В. С.*, доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Методика оценки показателей надежности по данным эксплуатации изделий**

*Производство конкурентоспособной продукции связано с различными характеристиками технологических систем, которые становятся сложнее, охватывают множество функций и тем самым неизбежно выдвигают на первый план проблему обеспечения надежности. Надежность определяется как производство определенного объема продукции с соблюдением установленных параметров ее качества. Авторами предлагается комплексная модель оценки показателей надежности по данным эксплуатации изделий.*

**Ключевые слова:** показатели надежности, интенсивность отказов, эксплуатационные показания.

### **Введение**

Качество продукции относится к числу важнейших критериев функционирования предприятия на внешнем и внутреннем рынках [1]. Повышение технического уровня и качества продукции определяет темпы научно-технического прогресса и рост эффективности производства в целом, оказывает существенное влияние на состояние экономики страны.

Изготовление продукции в соответствии с требованиями нормативно-технической документации означает, что техническая система выполнила свои задачи. Оценка надежности технических систем показывает вероятность обеспечения технической системой требуемого качества продукции [2, 4].

Одним из важнейших показателей качества объекта является надежность, связанная с недопустимостью отказов в работе. Уровень качества выпускаемого на производстве изделия имеет прямую зависимость от параметров надежности, выраженных во времени, в течение которого сохраняется работоспособное состояние.

### **Система оценки показателей надежности**

Основной целью исследования является анализ теоретических показателей надежности изделий по данным эксплуатации для серийных изделий, наработки которых на отказ подчиняются экспоненциальному распределению [3]. Рассматриваемая в работе методика также применима в случаях, когда объекты случайной выборки подвергаются испытаниям с регистрацией наработок до отказа для оценки показателей надежности.

Структурно-логическая модель, основанная на методике оценки показателей надежности (рис. 1) описывает следующие этапы.

1. Расчет показателей надежности. В вычислениях используется наработка до отказа каждого отказавшего объекта, а также наработка объектов, не отказавших к моменту завершения испытаний. В зависимости от объема выпуска изделий и вида эксплуатационных испытаний (с заменой или без нее) определяется метод нахождения оценок показателей надежности.

2. Сравнение полученных данных с теоретическими значениями, указанными в тактико-тактическом задании.

3. Выявление причин несоответствия производится на основании значения оценок показателей надежности для заданной доверительной вероятности с указанием особенностей условий проведения эксплуатационных испытаний.

4. Проведение корректирующих мероприятий согласно блок-схеме (рис. 2).

Для обоснования математической модели проведем первичные расчеты для оценки показателей надежности. Предположим, что из генеральной совокупности с постоянной интенсивностью отказов отработана случайным образом выборка из  $N$  объектов, поставленных на испытания.

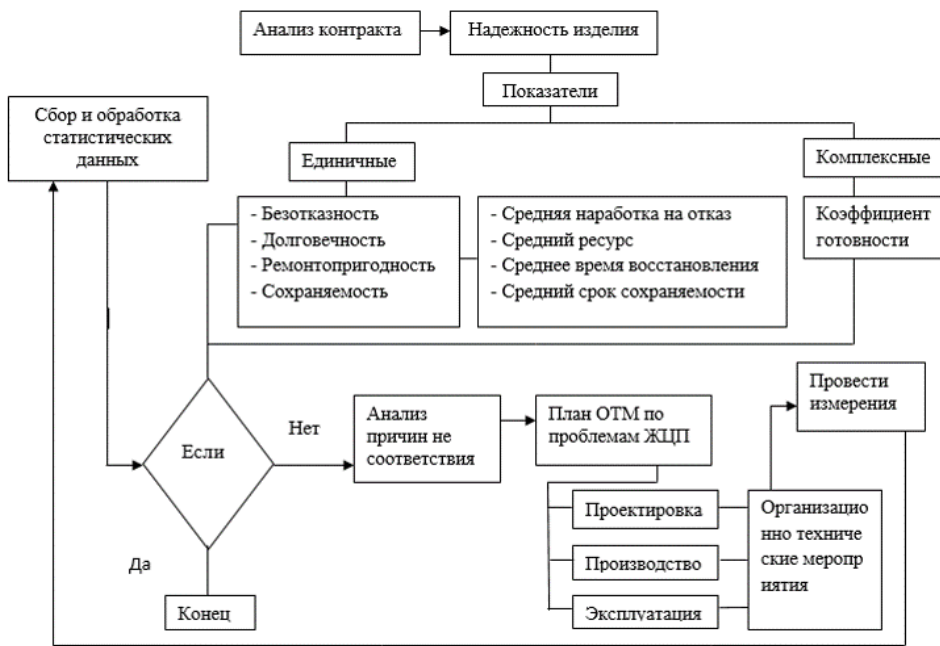


Рис. 1. Структурно-логическая модель системы оценки показателей надежности

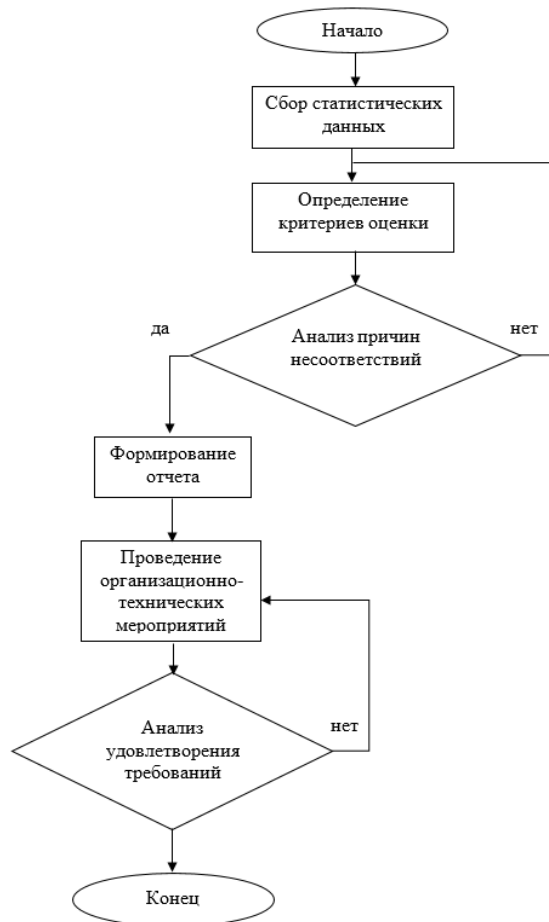


Рис. 2. Блок схема процесса повышения показателей надежности изделия

По данным выборки необходимо подсчитать количество отказов  $r$  и суммарную наработку  $T^*$ ; показатели надежности рассчитываются с помощью точечных оценок.

На данном этапе исследований не отмечалось, проводились испытания с заменой или без нее. Как правило, использовалось значение вероятности  $\gamma$  равное 80 % (наработка, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью  $\gamma$ ).

Далее рассчитываем интенсивность отказа  $\lambda$  и среднюю наработку  $m$ , затем гамма-процентный ресурс  $T_{\text{py}}$  (суммарная наработка, в течение которой объект не достигнет своего предельного значения).

$$\lambda = \frac{r}{T^*}, \quad (1)$$

$$m = \frac{1}{\lambda} \geq [m], \quad (2)$$

$$T_{\text{py}} = \frac{\ln \frac{\gamma}{100}}{\lambda}. \quad (3)$$

В соответствии с пунктом расчета показателей надежности в структурно-логической модели математическая модель строится как совокупность показателей – средней наработки на отказ, среднего ресурса, среднего времени восстановления, среднего срока сохраняемости и коэффициента готовности для комплексных показателей.

### **Заключение**

Разрабатываемая методика предназначена для использования при проведении оценки показателей надежности по данным эксплуатации для серийных изделий и испытаний объектов случайной выборки с регистрацией наработок до отказа. В качестве основных показателей надежности используются: интенсивность отказов, средняя наработка на отказ и гамма процентный ресурс.

Построена структурно-логическая модель и блок-схема процесса оценки показателей надежности по данным для изделий со стадии эксплуатации. Описаны этапы определения показателей надежности с учетом различий на этапах жизненного цикла продукта.

В дальнейшем планируется создание цифрового продукта для автоматического расчета показателей надежности по данным эксплуатации.

### Список литературы

1. Надежность технических систем : справочник / под ред. И. А. Ушакова. М. : Радио и связь, 1985.
2. *Федотов, А. В.* Основы теории надежности и технической диагностики : конспект лекций / А. В. Федотов, Н. Г. Скабкин. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. 64 с.
3. *Острейковский, В. А.* Теория надежности : учебник для вузов. 2-е изд., испр. М. : Высш. шк., 2008. 463 с. : ил.
4. *Шиммарев, В. Ю.* Надежность технических систем : учебник для вузов. М. : Академия, 2010. 304 с. : ил. Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление.

Пушкарев А. Э., доктор экономических наук, профессор, pushkarev@istu.ru

Черных А. Ю., магистрант, ale45385765@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### **Выбор способа пожаротушения резервуарных парков топлива\***

*Систематизированы критерии, по которым следует вести поиск и выбор наиболее целесообразного способа тушения пожара резервуарных парков топлива. С помощью методов морфологического анализа на основе существующих способов проводится поиск новых идей. Предлагается больше десяти способов пожаротушения, приводятся их достоинства и недостатки, делается вывод о перспективах их применения.*

**Ключевые слова:** резервуарный парк, топливо, пожаротушение.

Пожар в резервуарных парках – одна из самых крупных опасностей, которая может возникнуть на промышленных объектах, хранящих на своей площадке резервуары с нефтью и нефтепродуктами. Для обеспечения пожарной безопасности и ликвидации очага возгорания необходимо выбрать оптимальный способ пожаротушения, который должен соответствовать следующим критериям [1–3].

1. Эффективность – пожар не должен распространиться на соседние объекты и должен быть потушен в кратчайшие сроки с минимальным нанесением ущерба.

2. Надежность – система пожаротушения должна гарантированно работать, а в случае поломки иметь резервирование, если это необходимо.

3. Инерционность – быстрота срабатывания при пожаре.

---

© Пушкарев А. Э., Черных А. Ю., 2019

\* Работа выполнена по гранту для ученых Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова (проект 08.04.01/18ПАЭ).

4. Простота – система пожаротушения должна содержать в себе минимум деталей и оборудования, необходимого для тушения пожара.

5. Стоимость – экономические затраты на выбранный способ должны быть сведены к минимуму.

6. Автоматизация – используемая система должна срабатывать при возникновении пожара без участия человека.

7. Габаритные размеры – система пожаротушения должна занимать как можно меньше места.

8. Зависимость от ресурсов, использующихся для тушения пожара.

9. Безопасность для окружающей среды.

10. Климатические условия – система пожаротушения должна срабатывать в любую погоду.

Поиск новых идей проводится на основе существующих способов пожаротушения, применяемых для ликвидации очагов возгорания не только нефтепродуктов. Анализ и систематизация информации по приведенным критериям выбора осуществляется с помощью методов морфологического анализа.

В качестве способов пожаротушения резервуарного парка топлива рассматриваются следующие системы.

**Тушение очага возгорания противопожарной тканью (кошмой).** Кошма накидывается на горящий объект, перекрывая поступление кислорода. Данный вариант не используется для тушения резервуаров с нефтью и имеет ряд недостатков. Во-первых, накрытие кошмой горящего резервуара с нефтью и нефтепродуктами лишь замедляет процесс горения, но не гарантирует остановку пожара, так как при разлинии топлива в обваловку резервуарного парка огонь может распространиться на рядом стоящие резервуары. Во-вторых, процесс накрытия резервуара противопожарной тканью не автоматизирован. В-третьих, ни одно предприятие не изготавливает кошму размеров, способных накрыть резервуары больших габаритов. Но ввиду большого количества преимуществ – ткань не горит при высоких температурах, обладает механической прочностью, не испускает ядовитых паров; система проста и не требует много места; система не



требует больших денежных затрат; быстрота срабатывания – данный способ может найти применение в частных случаях при выполнении обязательных требований:

– в дополнение к тушению очага возгорания кошмой должен использоваться еще один простой и недорогой способ (например, тушение пожара песком);

– система должна быть автоматизирована.

Таким образом, данный способ представляется интересным и требует дальнейших исследований.

**Тушение очага возгорания с помощью пожарного вертолета.** Вертолет бомбардирует воду на объект возгорания. Этот вариант нерационален, так как не соответствует ни одному из критериев. Вертолет достаточно дорог и не способен потушить резервуар с топливом бомбардировкой воды. Также для данного способа необходим близлежащий водоем, что является дополнительной проблемой.

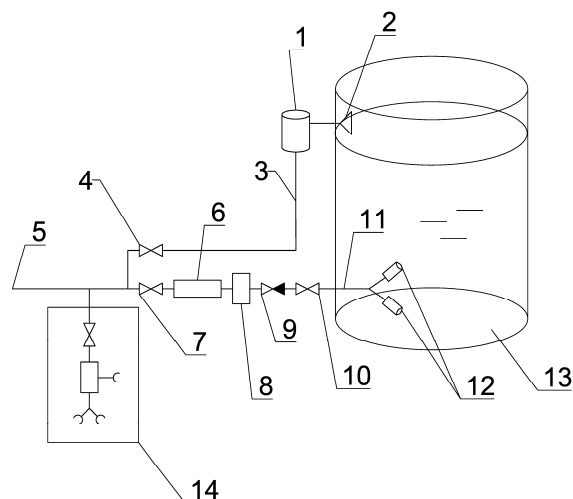
**Тушение очагов пожара взрывом.** При взрыве топливовоздушной смеси или тротила рядом с объектом возгорания пожар гасится воздушной ударной волной в определенных диапазонах избыточных давлений во фронте волны. Эксперименты показывают, что волна от взрыва способна остановить пожар горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, поэтому данный способ возможно реализовать для тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами. Несмотря на свою относительно невысокую цену, применение взрывчатого устройства нерационально внутри резервуарного парка, так как не отвечает требованиям безопасности и не гарантирует остановку пожара. Также существует вероятность распространения воздушной ударной волны на рядом стоящие резервуары. Использование способа тушения резервуаров взрывом возможно лишь в частных случаях и с применением определенных мер безопасности.

**Тушение пожара песком.** Один из самых простых и экономичных способов пожаротушения. Попадая на очаг возгорания, песок перекрывает доступ кислорода и выход выделяющимся при горении опасным газам. Применение

песка ограничено и может использоваться только при разливе нефти или нефтепродуктов из резервуара и дальнейшем их возгорании. Использование тушения пожара песком может применяться в дополнение к другому способу пожаротушения (например, тушения очага возгорания кошмой), но при условии, что процесс тушения станет автоматизированным.

**Тушение пожара встречным огнем.** Способ тушения, при котором пущенный навстречу огонь сжигает горючие материалы на пути основной стены огня. Данный способ неэффективен, а также небезопасен для тушения резервуаров с топливом и трудно реализуем в промышленной зоне.

**Система пенного пожаротушения.** Пена из пеногенератора подается внутрь очага возгорания под напором. Данный способ в настоящее время наиболее распространен для тушения горящего топлива в резервуарах (рис. 1) [1, 3]. Раствор пены прост в приготовлении в производственных условиях, его легко подать к очагу возгорания по трубопроводам с помощью насосов. Для получения раствора пены применяют дозаторы, в которых смешивается пенообразователь и вода в определенной концентрации.



*Рис. 1.* Установка комбинированного тушения пожара: 1 – пенная камера; 2, 12 – пенный насадок; 3, 5 – растворопровод; 4, 7, 10 – задвижки; 6 – пеногенератор; 8 – предохранительная мембрана; 9 – обратный клапан; 11 – внутренняя разводка для подслоного тушения; 13 – резервуар; 14 – устройство подключения передвижной пожарной техники

Преимущества данного способа: эффективность тушения горючего топлива; возможность автоматизировать процесс; надежность; низкая инерционность; для образования пены используются широкодоступные и недорогие ресурсы – вода и пенообразователь. К недостаткам тушения резервуара пеной относятся: большая стоимость системы в целом по сравнению с другими способами; сложность системы при применении автоматики, а также необходимость помещения для оборудования; необходимость дополнительно охлаждать стенки резервуаров кольцами орошения; необходимость периодической циркуляции и подогрева раствора пены по трубопроводу при кольцевой системе, обеспечивающей дополнительную безопасность при повреждении одного из участков магистрального трубопровода.

**Система газового пожаротушения с применением изотермического модуля с жидкой двуокисью углерода.** Еще одним эффективным огнетушащим средством является двуокись углерода  $\text{CO}_2$ . Хранение  $\text{CO}_2$  в жидком состоянии при определенном давлении и подача к очагу возгорания осуществляется модулем, который состоит из изотермического резервуара, холодильных агрегатов для поддержания давления углекислоты внутри резервуара, узлов управления, электронагревателей внутри резервуара, а также трубопроводов и запорно-пускового устройства [1, 2].

Преимущества данного способа: эффективность тушения горючего топлива; возможность автоматизировать процесс; надежность; низкая инерционность. К недостаткам тушения резервуара двуокисью углерода относятся: большая стоимость системы в целом по сравнению с другими способами (дороже, чем система пенотушения); сложность системы при применении автоматики, а также необходимость помещения для оборудования.

**Автоматическая установка газопорошкового пожаротушения.** К современным средствам пожаротушения относится тушение очага возгорания газопорошковым веществом, состоящим из двуокиси углерода и высокодисперсного порошка при определенном их соотношении [1].

Преимущества данного способа: эффективность тушения горючего топлива; возможность автоматизировать процесс; надежность; низкая инерционность, блочное исполнение установки. К недостаткам относятся: большая стоимость системы в целом по сравнению с другими способами (дороже, чем система пенотушения).

Выбор из полученных идей наиболее экономически выгодных вариантов для дальнейшей разработки предполагает экономическую оценку структурных элементов и их вклад в выполнение назначенческой функции системы пожаротушения. Подобный анализ и синтез конструктивного решения целесообразно проводить с помощью методов функционально-стоимостного анализа, что является дальнейшим этапом исследования.

#### **Список литературы**

1. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. М. : МЧС России, 2014.
2. ГОСТ Р 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. М. : Стандартинформ, 2012.
3. Стандарт организации СО 03-06-АКТНП-006–2004. Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах системы ОАО «АК "Транснефтепродукт"». Дата введения 2004-08-01.

Шаляпин П. А., магистрант, sk33tch@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Морфологический анализ систем вентиляции офисных зданий**

*В настоящее время в системах вентиляции офисных зданий расходуется большое количество энергии на создание комфортных условий микроклимата для продуктивной работы. Существует множество методов снижения затрат, заменяя способ кондиционирования, подачи и рекуперации воздуха. После проведения морфологического анализа рассмотрены различные варианты решения проблемы и предложены наиболее эффективные.*

**Ключевые слова:** система вентиляции, кондиционирование, рекуперация, офисные здания, морфологический анализ.

В настоящее время остро стоит проблема энергосбережения в мире. В системах вентиляции офисных зданий расходуется большое количество тепловой энергии на подогрев объемов воздуха, а также электрической энергии на подачу воздуха в помещение. Таким образом, создание энергетически эффективной системы вентиляции является актуальной задачей. Поиск такой системы будем проводить с использованием методов морфологического анализа [1–4]. На рисунке представлена морфологическая матрица систем вентиляции с регенерацией воздуха. Входами в матрицу служат: способ кондиционирования воздуха; тип рекуператора; вид системы подачи воздуха.

Рассмотрим несколько вариантов, полученных с помощью матрицы, с точки зрения целесообразности и энергетической эффективности.

**Центральный кондиционер – механическая канальная – роторный рекуператор (GIN).** Для примера рассмотрим самый популярный на данный

момент способ вентиляции крупных зданий с большим числом помещений – **GIN**, где G – способ кондиционирования – центральный кондиционер, I – вид системы подачи воздуха – механическая канальная, N – тип рекуператора – роторный [5].

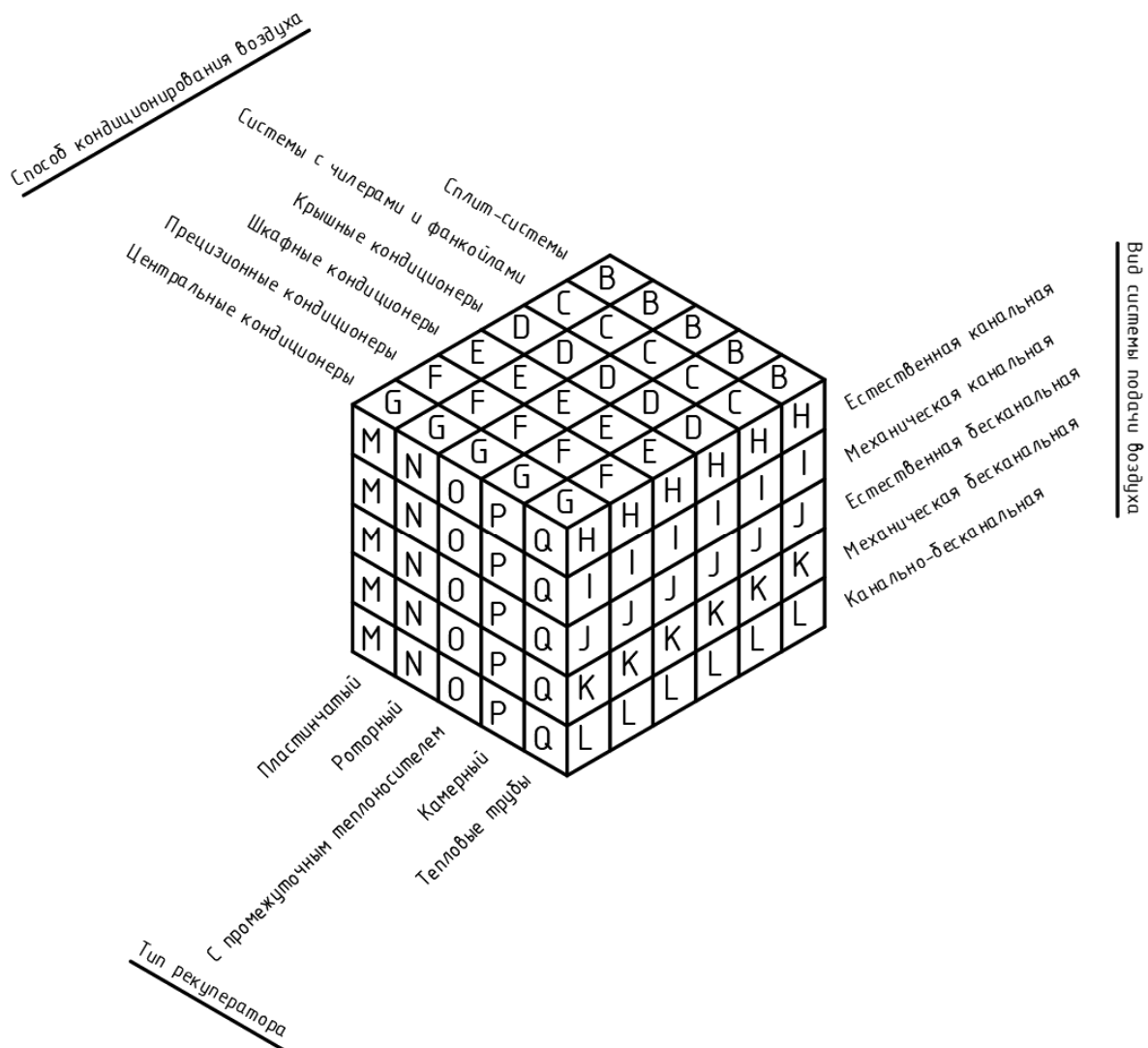


Рис. 1. Морфологическая матрица систем вентиляции с рекуперацией

Центральный кондиционер позволяет обработать большие объемы воздуха и создать комфортные параметры микроклимата на рабочих местах. В механической канальной подаче воздуха используется электрическая энергия на привод вентилятора. Роторный рекуператор является самым эффективным,

но и самым дорогим рекуператором. При обработке больших объемов воздуха его соотношение цена/качество является наилучшим среди других.

**Сплит-системы – механическая канальная – пластинчатый (ВІМ).**

Еще одним вариантом является **ВІМ**, где В – способ кондиционирования – сплит-системы, І – вид системы подачи воздуха – механическая канальная, М – тип рекуператора – пластинчатый.

Данный способ вентиляции подходит для зданий с небольшим количеством помещений. Установка сплит-систем для обработки воздуха существенно снижает затраты по сравнению с установкой центральных кондиционеров. Используется канальная прокладка с механическим побуждением, так как рекуперация воздуха при использовании бесканального типа подачи воздуха невозможна. Пластинчатый рекуператор характеризуется высокой эффективностью, является самым распространенным и относительно дешевым.

**Сплит-системы – механическая бесканальная – с промежуточным теплоносителем (ВКО).** Рассмотрим следующий пример – **ВКО**, где В – способ кондиционирования – сплит-системы, К – вид системы подачи воздуха – механическая бесканальная, О – тип рекуператора – с промежуточным теплоносителем.

В данном типе рекуператора в качестве промежуточного теплоносителя используется гликолиевый состав, который обладает высокой теплоемкостью. Он остается в жидком состоянии при отрицательной температуре, что позволяет использовать его при суровых температурных условиях. Данный тип рекуператора позволяет передавать тепло от вытяжного воздуха к приточному на расстояние до 800 м. Нагревательную часть рекуператора можно установить в нижней части наружных стен, а также (при необходимости) в воздухонагреватели и вентиляторы и подавать теплый воздух в помещение без использования воздуховодов. Удаление воздуха будет осуществляться из верхней зоны крышными вентиляторами. Данная система является самой энергоэффективной, но имеет существенный минус – крышные вентиляторы и воздухонагреватели в стенах имеют неэстетичный внешний вид.

Окончательный выбор варианта системы вентиляции офисного здания будет зависеть от заказчика, а также тщательного функционально-стоимостного анализа [6–9], что является следующим этапом исследований.

### Список литературы

1. *Пушкарев, А. Э.* Морфологическая матрица энергоэффективности технологий при реконструкции административно-выставочных комплексов / А. Э. Пушкарев, И. А. Изюрьева, П. П. Козлов // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 256–258.
2. *Пушкарева, Л. А.* Морфологический анализ применения тентовых конструкций в малых сооружениях / Л. А. Пушкарева, Е. П. Шахтарина, А. А. Захарова // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. № 4 (35). С. 259–261.
3. *Пушкарева, Л. А.* Морфологический анализ применения деревянных конструкций в малоэтажном строительстве / Л. А. Пушкарева, М. П. Ижболдина, А. В. Подшивалова // Фотинские чтения. 017. № 2 (8). С. 173–176.
4. *Пушкарева, Т. А.* Применение методов морфологического анализа для выбора наиболее экономичного решения использования теплоты отточной воды нефтяных скважин / Т. А. Пушкарева, И. С. Вяргизов, А. Ю. Черных // Фотинские чтения. 2017. № 2 (8). С. 176–180.
5. *Пушкарев, А. Э.* Аналитический расчет роторного регенеративного теплообменника / А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Интеллектуальные системы в производстве. 2016. № 1 (28). С. 86–89.
6. *Плеханов, Ф. И.* Выбор виброзащиты зданий и сооружений с подвижными нагрузками на основе функционально-структурной модели / Ф. И. Плеханов, А. Э. Пушкарев, И. А. Пушкарев // Фотинские чтения. 2017. № 2 (8). С. 168–172.
7. *Гринберг, В. Н.* Функционально-структурный анализ и синтез складных стабилизаторов / В. Н. Гринберг, А. Э. Пушкарев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 1998. № 1-3. С. 19–26.
8. *Пушкарев, А. Э.* Функциональная модель машинного агрегата / А. Э. Пушкарев, Л. А. Пушкарева // Наука Удмуртии. 2009. № 9. С. 197–201.
9. *Пушкарева, Л. А.* Применение методов функционально-структурного анализа и квалиметрии при отборе олимпиадных задач для учебного процесса // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2009. № 1. С. 169–171.



*Караваяев Ю. Л.*, кандидат физико-математических наук, доцент

*Клековкин А. В.*, аспирант

*Шестаков В. А.*, магистрант, slafik9526@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Управление высокоманевренным мобильным роботом со смещенным центром масс\***

*Рассмотрена задача о движении высокоманевренного мобильного робота при условии смещенного центра масс платформы. Приведен алгоритм подбора управляющих воздействий для омниколесного мобильного робота с учетом смещенного центра масс для различного количества и положения приводных омниколес.*

**Ключевые слова:** мобильный омниколесный робот, смещение центра масс, грузоподъемный робот, омниколеса, различное количество колес.

### **Введение**

В настоящее время мобильные транспортные роботы получили широкое распространение в условиях реальных производств и логистических центров. Наиболее перспективной с точки зрения практического применения является конструкция омниколесного мобильного робота (ОМР), благодаря возможности всенаправленного движения. Известны также случаи, когда на омниколесную платформу устанавливается манипулятор, что существенно расширяет функциональные возможности мобильного робота.

Применение омниколесных роботов в качестве транспортных может быть ограничено максимальными габаритными размерами перевозимого груза. С це-

---

© Караваяев Ю. Л., Клековкин А. В., Шестаков В. А., 2019

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Удмуртской Республики в рамках научного проекта № 18-48-183004 p\_мол\_a.

лью увеличения грузоподъемности транспортного робота, увеличения допустимых размеров груза возможно изменение числа колес омниколесной мобильной платформы.

Большое количество работ посвящены исследованию ОМР только с четырьмя колесами [1–4]. Стоит отметить работу [5], в которой рассмотрено кинематическое управление движением мобильной платформы с шестью омниколесами.

Для рассматриваемых применений ОМР характерно изменение положения центра масс, вызываемое различным расположением грузов на платформе, или их собственным распределением масс. Данное обстоятельство может иметь существенное влияние на динамику движения ОМР, а именно на его траекторию, особенно в автономном режиме работы.

Ранее было проведено исследование влияния положения центра масс на траекторию движения омниколесного мобильного робота [6], в результате которого было доказано, что увеличение смещения центра масс относительно геометрического центра платформы приводит к существенному отклонению от прямолинейного движения при одинаковых управляющих воздействиях. Полученные результаты позволили сделать выводы о невозможности использования только кинематических моделей для управления грузоподъемными ОМР.

В данной работе предложен алгоритм расчета управляющих воздействий для омниколесного мобильного робота со смещенным центром масс для различного количества и положения приводных омниколес.

### **Модель мобильного омниколесного робота**

Рассмотрим движение ОМР по горизонтальной поверхности. На платформе может быть установлено произвольное количество колес, оси колес неподвижны относительно платформы. Схема мобильной платформы с омниколесами представлена на рис. 1.

Угловая скорость вращения каждого из колес  $\dot{\psi}_i$  может быть определена по формуле

$$\psi_i = -\frac{1}{sh}(\mathbf{V}_0, \boldsymbol{\alpha}), s = (\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\tau}) = \sin \delta, \quad (1)$$

где  $V_0$  – скорость центра колеса;  $h$  – радиус колеса;  $\boldsymbol{\tau}, \mathbf{n}$  – касательный и нормальный векторы к плоскости колеса в точке контакта;  $\boldsymbol{\alpha}$  – единичный вектор вдоль оси закрепления роликов.

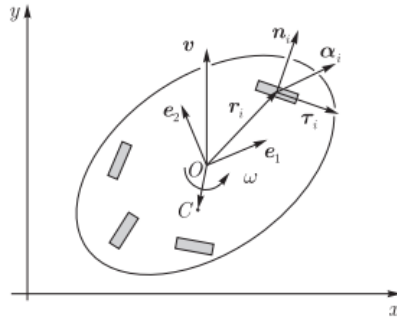


Рис. 1. Схема мобильной платформы с омниколесами

Далее движение ОМР рассматривается в подвижной системе координат  $Oe_1e_2$ , которая жестко связана с платформой. Координаты начала отсчета  $O$  и угол поворота осей  $e_1$  и  $e_2$  относительно неподвижной системы координат обозначены  $x, y$  и  $\varphi$  соответственно. Векторы  $\mathbf{r}_i, \boldsymbol{\tau}_i, \boldsymbol{\alpha}_i, i = 1, \dots, 4$ , характеризующие положение, плоскость и направление оси роликов каждого колеса, являются постоянными в подвижных осях. Расстояния от начала отсчета  $O$  до центра колес вдоль осей  $x$  и  $y$  обозначены  $a$  и  $b$  соответственно.

Пусть  $\mathbf{v} = (v_1, v_2)$  – скорость начала подвижной системы координат  $O$ , спроецированная на подвижные оси, а  $\omega$  – угловая скорость платформы. Уравнения движения рассматриваемой системы имеют вид [7]

$$(\mathbf{\Gamma} + m\mathbf{E})\dot{\mathbf{v}} + m\dot{\omega}(\mathbf{J}\mathbf{r}_c + \mathbf{R}) + m\omega\mathbf{J}(\mathbf{v} + \omega\mathbf{J}\mathbf{r}_c) = -\sum_i \mu_i \boldsymbol{\alpha}_i, \quad (2)$$

$$\hat{I}\dot{\omega} + m(\mathbf{J}\mathbf{r}_c + (\mathbf{R}, \dot{\mathbf{v}})) + m\omega(\mathbf{v}, \mathbf{r}_c) = -\sum_i \mu_i (\mathbf{J}\mathbf{r}_i, \boldsymbol{\alpha}_i), \quad (3)$$

$$\dot{x} = v_1 \cos(\varphi) - v_2 \sin(\varphi), \quad (4)$$

$$\dot{y} = v_1 \sin(\varphi) - v_2 \cos(\varphi), \quad (5)$$

где

$$\dot{\varphi} = \omega, \quad v_1 = \frac{dx}{dt}, \quad v_2 = \frac{dy}{dt}, \quad \Gamma = \sum_i \frac{I_i}{s_i^2 h_i^2} \mathbf{a}_i \otimes \mathbf{a}_i, \quad s_i = (\mathbf{a}_i, \boldsymbol{\tau}_i) = \sin \delta_i,$$

$$\mathbf{R} = m^{-1} \sum_i \frac{I_i}{s_i^2 h_i^2} (\mathbf{J} \mathbf{r}_i, \mathbf{a}_i) \mathbf{a}_i, \quad \hat{I} = I + \sum_i \frac{I_i}{s_i^2 h_i^2} (\mathbf{J} \mathbf{r}_i, \mathbf{a}_i)^2, \quad I = I_0 + \sum_i m_i r_i^2 + \hat{I}_i,$$

$$I_0 = \frac{m_0((2a)^2 + (2b)^2)}{12} + m_0(X_c^2 + Y_c^2), \quad \mu_i = \frac{M_i}{s_i h_i}, \quad \mathbf{r}_c = m^{-1}(m_0 \mathbf{R}_{oc} + \sum_i m_i \mathbf{r}_i),$$

$$m = m_0 + \sum_i m_i, \quad \mathbf{R}_{oc} = (X_c, Y_c),$$

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$m_0$  – масса платформы без колес;  $m_i$  – масса  $i$ -го колеса;  $m$  – полная масса робота;  $I_0$  – момент инерции платформы относительно точки  $O$ ;  $I$  – полный момент инерции относительно точки  $O$ ;  $X_c$  и  $Y_c$  – координаты центра масс платформы;  $I_i$  и  $\hat{I}_i$  – центральные моменты инерции колеса относительно оси и диаметра соответственно;  $h$  – радиус колеса;  $\delta_i$  – угол между векторами  $\mathbf{r}_i$  и  $\mathbf{n}_i$ ;  $M_i$  – моменты сил, приложенных к осям колес.

### Управление омниколесным мобильным роботом

Реализация управляемого движения возможна, если омниколесная мобильная платформа обладает не менее чем тремя ведущими колесами [7]. В связи с этим имеется возможность выбора различного количества управляемых колес.

Управление омниколесной платформой можно реализовать с использованием управляющих моментов или угловых скоростей колес. В случае управления с помощью угловых скоростей динамические процессы системы определяются параметрами используемых приводов. Управление с использованием управляющих моментов позволяет учитывать изменяемые параметры системы, например, положение центра масс.

Для определения управляющих моментов находят численное решение системы дифференциальных уравнений (2)–(5) относительно  $M_i$ . При этом для

управления достаточно определить управляющие зависимости как минимум для 3 колес, остальные колеса могут быть свободными.

На практике прямое управление моментом является достаточно затруднительным, поэтому рассмотрим вопрос об управлении ОМР, приводимом в движение с помощью мотор-редукторов на основе двигателя постоянного тока независимого возбуждения с постоянными магнитами. В этом случае наилучшим способом является регулирование скорости вращения изменением напряжения, подаваемого на обмотки якоря (якорное регулирование) [8].

Из уравнений двигателя постоянного тока [9] с учетом передаточного отношения редуктора определена зависимость управляющих напряжений от требуемых моментов на валу двигателя:

$$U_i = \frac{L_i}{K_m N} \frac{dM_i}{dt} + \frac{R_i M_i}{K_m N} + K_e \dot{\psi}_i N, \quad (6)$$

где  $U_i$  – напряжение на якорной обмотке двигателя, В;  $L_i$  – индуктивность цепи якоря, Гн;  $R_i$  – сопротивление обмотки якоря, Ом;  $K_e$  – конструктивный коэффициент ЭДС двигателя;  $K_m$  – конструктивный коэффициент момента двигателя;  $M_i$  – требуемый электромагнитный момент двигателя – момент на выходном валу редуктора, Нм;  $N$  – передаточное отношение редуктора.

Приведем общий алгоритм определения управляющих напряжений обмотки якоря для каждого привода таким образом, чтобы движение платформы осуществлялось по заданному закону управления. Пусть траектория движения задается в виде

$$x(t), y(t), \varphi(t), t = [0, T].$$

Тогда алгоритм определения управляющих напряжений будет следующим.

1. Определяем зависимости от времени для переменных  $x, y, \varphi$  и их производных:

$$v_1 = \dot{x} \cos(\varphi) + \dot{y} \sin(\varphi), v_2 = -\dot{x} \sin(\varphi) + \dot{y} \cos(\varphi), w = \dot{\varphi}.$$

2. Выбираем зависимости для  $N-3$  моментов. Выбор зависимости можно произвести с целью оптимизации управления (например, для минимизации энергозатрат на движение).

3. Решаем полученную систему (1)–(6) относительно напряжений и трех оставшихся моментов.

### **Заключение**

Предложенный алгоритм позволяет определять управляющие воздействия для омниколесного мобильного робота со смещенным центром масс при заданной траектории движения в явном виде. Алгоритм может быть применен для омниколесной мобильной платформы, имеющей различное количество и положение приводных колес.

### **Список литературы**

1. *Adamov B. I.* A Study of the Controlled Motion of a Four-wheeled Mecanum Platform. *Rus. J. Nonlin. Dyn.*, 2018, vol. 14, no. 2, pp. 265-290.

2. *Kalmar-Nagy T.* Real-time trajectory generation for omni-directional vehicles by constrained dynamic inversion. *Mechatronics*, 2016, vol. 35, pp. 44-53.

3. *Килин, А. А.* Управление тележкой с омниколесами на плоскости / А. А. Килин, А. Д. Бобыкин // Нелинейная динамика. 2014. Т. 10, № 4. С. 473–481.

4. *Veer Alakshendra, Shital S. Chiddarwar.* Simultaneous balancing and trajectory tracking control for an omnidirectional mobile robot with a cylinder using switching between two robust controllers. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2017, vol.14, no.6.

5. Кинематическое управление движением шестиколесного меканум-робота / Е. Ю. Колесниченко [и др.] // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2016. № 127. 26 с. doi:10.20948/prepr-2016-127. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2016-127>

6. *Шестаков, В. А.* Оценка влияния положения центра масс высокоманевренного мобильного робота с омниколесами на траекторию его движения / В. А. Шестаков, Ю. Л. Караваев, А. В. Клековкин // Сборник трудов XXX Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов (МИКМУС - 2018)» (Москва, 20–23 ноября 2018 г.). М. : ИМАШ РАН, 2019. С. 516–520.

7. *Борисов, А. В.* Тележка с омниколесами на плоскости и сфере / А. В. Борисов, А. А. Килин, И. С. Мамаев // *Нелинейная динамика*. 2011. Т. 7, № 4. С. 785–801.
8. *Электрические машины. Ч. 4. Машины постоянного тока : учеб. пособие для вузов.* М. : МГАУ, 2014. 19 с.
9. *Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных система на ПК.* СПб. : КОРОНА-Век, 2008. 368 с.

*Бусоргина Р. Н.*, бакалавр, enot3racoon@gmail.com

*Петрова Т. Л.*, бакалавр

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Организация и обустройство площадок для выгула собак в городе Ижевске**

*Рассматривается проблема отсутствия в городе площадок для выгула собак. Конфликт жителей города и владельцев собак связан не только с загрязнением придомовых территорий, но и с частыми случаями причинения собаками морального, материального и физического ущерба. В данной работе предложен вариант создания и обустройства площадки для выгула собак.*

**Ключевые слова:** выгул собак, благоустройство, инфраструктура, дрессировка, загрязнение.

В соответствии со статьей 13 п. 5 Федерального закона «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2018 № 498-ФЗ при выгуле домашнего животного необходимо соблюдать следующие требования:

1) исключать возможность свободного, неконтролируемого передвижения животного при пересечении проезжей части автомобильной дороги, в лифтах и помещениях общего пользования многоквартирных домов, во дворах таких домов, на детских и спортивных площадках;

2) обеспечивать уборку продуктов жизнедеятельности животного в местах и на территориях общего пользования;

3) не допускать выгул животного вне мест, разрешенных решением органа местного самоуправления для выгула животных [1].



Большинство домашних животных, нуждающихся в регулярном выгуле, – собаки. На данный момент в городе Ижевск мест для выгула собак не обозначено, когда на 10000 жителей должна приходиться одна площадка для выгула собак. В больших городах, таких как Москва, уже имеются такие площадки. На сегодняшний день их насчитывается больше 100 [2].

Цель данной работы – обеспечение и обустройство площадки для выгула собак в городе Ижевске.

Чтобы разработать план размещения и обустройства площадки на территории города, необходимо придерживаться требований:

1. Наличие согласованного с архитектурно-планировочным управлением места размещения площадки.

2. Размеры площадки – не менее 100 кв. м, расстояние от окон жилых домов и детских учреждений – не менее 50 м [3].

Одним из подходящих под требования является участок на пересечении улицы Автозаводская и Копрового проезда (рис. 1).



*Рис. 1. Участок для размещения площадки*

Согласно генеральному проектному плану города Ижевска в настоящее время участок свободен от застройки, зеленых насаждений и сервитутов, находится вне контуров санитарно-защитных зон промышленных, торговых и ком-

мунально-складских стационарных объектов, на его территории полезных ископаемых не выявлено, водоохранных зон нет, памятники природы, архитектуры, истории и их зоны влияния отсутствуют. Естественный рельеф площадки частично нарушен, покрыт травянистой растительностью, встречаются навалы местного перемещенного грунта [4].

### Обустройство площадки

Для полноценной прогулки собакам необходимо давать физическую и умственную нагрузку. Для обеспечения физической нагрузки на площадке должны находиться специальные снаряды: бум (рис. 2), регулируемый барьер (рис. 3), наклонная стенка (рис. 4) и ряд вкопанных шин [5].

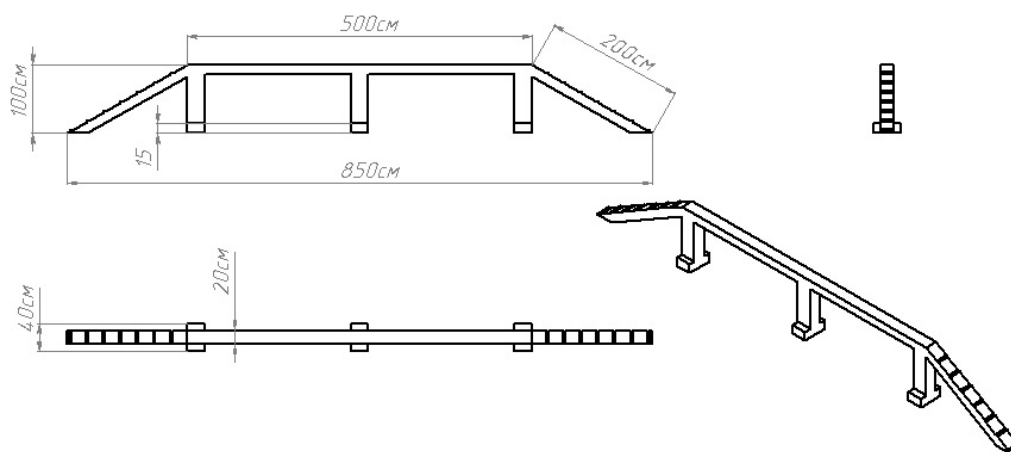


Рис. 2. Бум

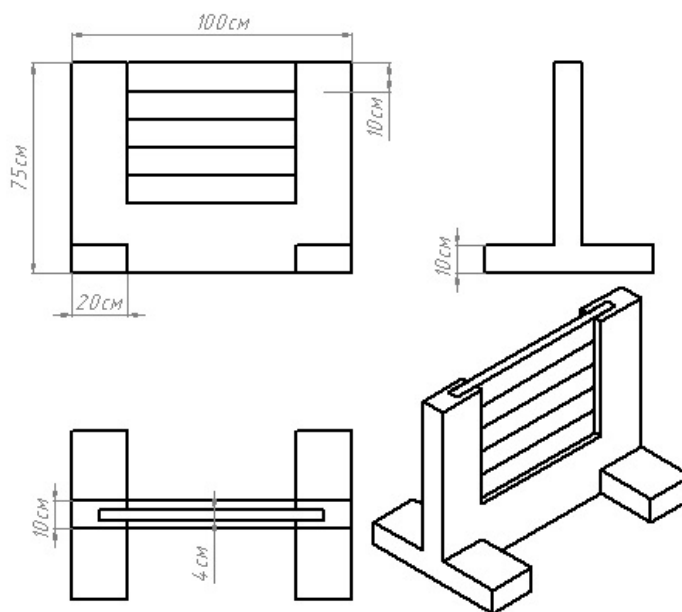


Рис. 3. Регулируемый барьер

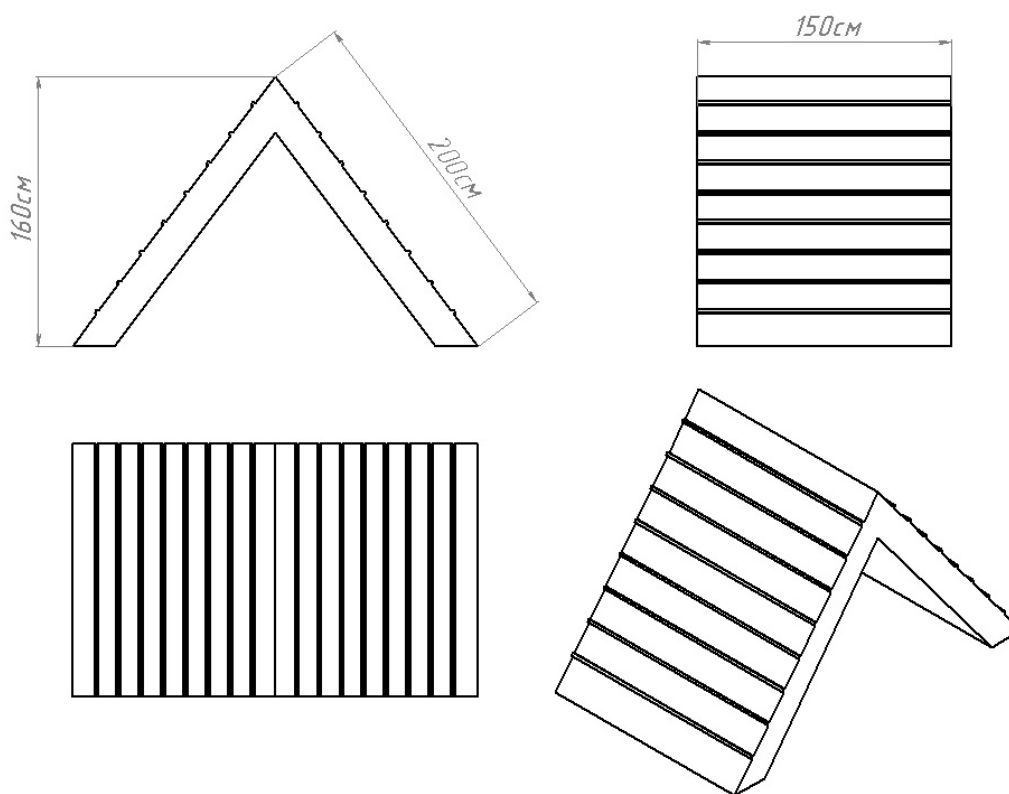


Рис. 4. Наклонная стенка

Чтобы обеспечить чистоту на площадке, необходимо поставить урны и обеспечить владельцев собак биоразлагаемыми пакетиками для уборки отходов жизнедеятельности за своими питомцами.

Во избежание такой ситуации, как побег животного с участка, необходимо обнести периметр площадки ограждением, высотой не менее 1,5 м.

Асфальтовое покрытие вредно для суставов собак, кроме того, подушечки на лапах собаки с легкостью перегреваются при долгом соприкосновении с искусственным дорожным покрытием. Следовательно, покрытие площадки должно быть песчаное, травяное или гравийно-песчаное [6] Для нашей площадки остановимся на гравийно-песчаном покрытии.

На площадке необходимо поддерживать порядок и следить за тем, чтобы выполнялись правила выгула собак. Этим будет заниматься смотритель.

Таким образом, площадка должна состоять из следующих элементов:

1. Ограждение высотой не менее 1,5 м.
2. Покрытие гравийно-песчаное.

3. Освещение.
4. Информационный стенд.
5. Урны и пакетики.
6. Снаряды.
7. Сторожка для зрителя.

На рис. 5 показано примерное обустройство площадки для выгула собак.

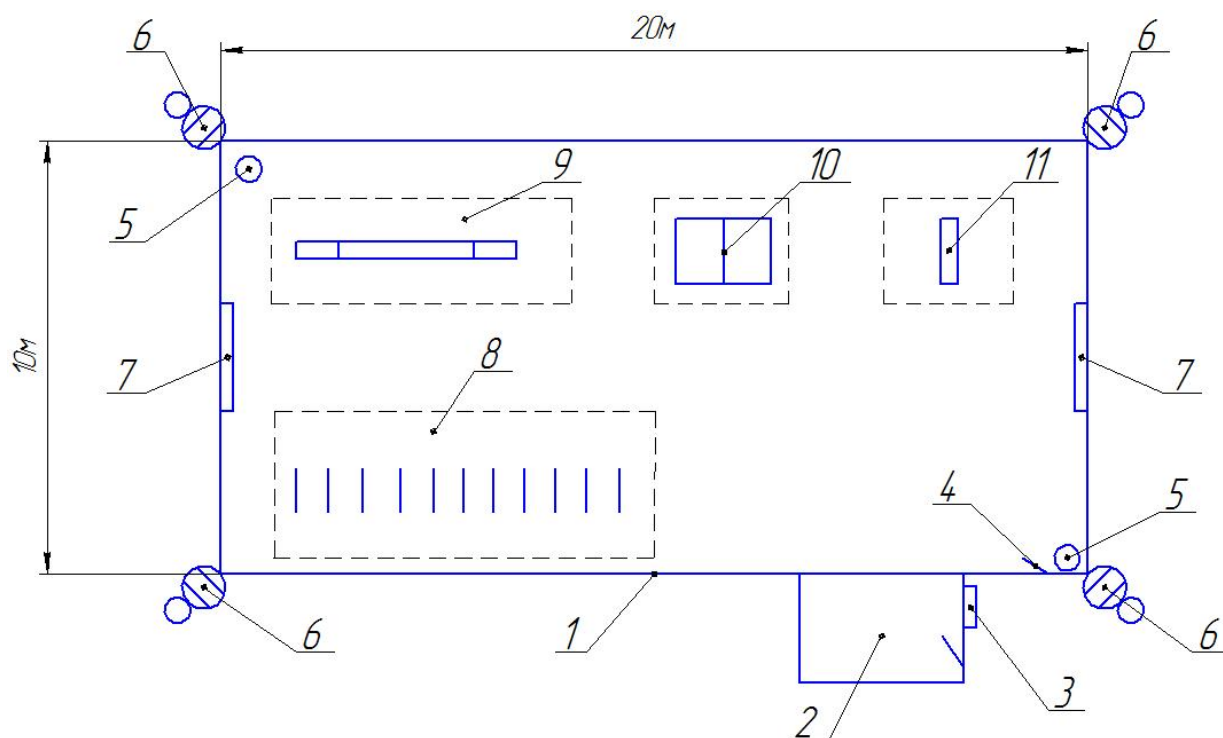


Рис. 5. Обустройство площадки для выгула собак: 1 – сетчатое ограждение, высотой 1,8 м; 2 – сторожка для зрителя; 3 – информационный стенд; 4 – калитка; 5 – урны; 6 – фонари на стойках; 7 – место для привязи; 8 – ряд шин; 9 – бум; 10 – наклонная стенка; 11 – регулируемый барьер

Экономическое обоснование проекта представлено в таблице [7–9].

Финансирование проекта предполагается совместным: 50 % выделить из бюджета УР, а остальные 50 % – с налогообложения владельцев собак и со штрафов за неправильный выгул собак.

Таким образом, нами сформулированы требования к обустройству площадки для выгула собак, выбрано место расположения данной площадки и предоставлено экономическое обоснование проекта.

## Экономическое обоснование проекта

№ п/п	Наименование	Количество, шт. (м, м.п.)	Цена за шт. (ру- лон) руб.	Цена итого, руб.
	Забор из сетки-рабицы сетчатый, секционный $h = 1,8$ м	60	1080	6480
	Столбы	25	406	10150
	Калитка	1	2300	2300
	Грунтовка	70	12	840
	Крючки	75	10	750
	ГПС	10 т	650	6500
	Урна	2	1245	2490
	Бум для собак	1	15000	15000
	Регулируемый барьер	1	6420	6420
	Наклонная горка	1	16500	16500
	Шины	11	750	8250
	Фонарь стальной город- ской	4	8300	33200
	Будка для смотрителя	1	70 000	70000
	Прочее (зарплата смотри- телю, оплата за уборку территории и др.)		50 000	50000
Итого:				228 880

### Список литературы

1. Федеральный закон «Об ответственном обращении с животными и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 27.12.2018 № 498-ФЗ.
2. Площадки для выгула собак // Официальный сайт Мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/map/gorodskaja-sreda/ploshchadki-dlia-vygula-sobak/> (дата обращения: 15.04.2019).

3. Требования к обустройству площадок для выгула собак // PetsHealth  
URL: [http://www.petshealth.ru/pets/dog/law/treb\\_ploshad.php](http://www.petshealth.ru/pets/dog/law/treb_ploshad.php) (дата обращения: 11.04.2019).
4. Ижевск. Генеральный план.  
URL: [http://www.izh.ru/res\\_ru/0\\_hfile\\_1396\\_1.jpg](http://www.izh.ru/res_ru/0_hfile_1396_1.jpg) (дата обращения: 11.04.2019).
5. Российская кинологическая федерация. Правила и нормативы.  
URL: <http://rkf.org.ru/documents/rules.html> (дата обращения: 11.04.2019).
6. Укрепляем щенку суставы // Комсомольская правда.  
URL: <https://www.izh.kp.ru/daily/23758.5/56425/> (дата обращения: 11.04.2019).
7. Inert Group Logistic // URL: <https://inert-group.ru/gps/gps/> (дата обращения: 11.04.2019).
8. ПрофЗаборы. URL: <https://prof-zabory.ru/ceny/setka-rabitsa> (дата обращения: 11.04.2019).
9. Оборудование площадок для выгула собак // TerraCore. URL: [http://www.terracore.ru/catalog/parkovoe\\_oborudovanie/oborudovanie\\_ploshadok\\_dlya\\_dressirovki\\_sobak/3](http://www.terracore.ru/catalog/parkovoe_oborudovanie/oborudovanie_ploshadok_dlya_dressirovki_sobak/3) (дата обращения: 11.04.2019).

Бусоргина Р. Н., бакалавр, enot3racoop@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

### «Грамотная» ручка

*Данная статья посвящена решению проблемы низкого уровня нормативно-языковой грамотности населения. «Грамотная» ручка не только упростит процесс приобретения грамотности, она также разовьет интерес к такому разделу языкознания, как этимология, что полезно и для детей, и для взрослых. Представленное решение: устройство, считывающее почерк владельца во время письма и сообщающее об ошибках посредством удара током.*

**Ключевые слова:** ручка, грамотность, языкознание, технологии, электрический ток.

В наше время наблюдается тенденция к снижению уровня грамотности населения. Причины снижения уровня грамотности:

1. Время новых технологий способствует падению престижа некоторых гуманитарных дисциплин.
2. Отсутствие естественного человеческого общения изменяет языковые формы.
3. Доминировании англо-саксонской культуры над отечественной.

Цель данного проекта – улучшить грамотность населения страны. Для ее реализации необходимо выполнить следующие задачи:

1. Продвинуть предложенное в статье устройство как технологию упрощения приобретения грамотности.
2. Предоставить алгоритм работы предложенного устройства.

В России уже внедряют ряд мероприятий по повышению уровня нормативно-языковой грамотности населения. Ярким примером служит тотальный

диктант, который ежегодно проходит во многих городах России и за рубежом [1, 2].

В наше время большинство школьников и подростков, а также часть взрослого населения страны проявляют интерес к новинкам в мире технологий. «грамотная» ручка станет связующим звеном между технологиями и грамотностью населения.

Аналогами проекта являются следующие устройства:

1. Умная ручка Neo SmartPen N2 [3].

Ручка Neo SmartPen N2 предназначена для письма на бумаге с мгновенным отображением и сохранением написанного на цифровых устройствах. Рукописные заметки пишутся на специальной бумаге фирменных блокнотов и сразу же сканируются ручкой для отображения и сохранения на мобильных устройствах или компьютере. Без предварительных настроек вы просто пишете ручкой на бумаге, а умная ручка автоматически сохраняет в электронном виде все, что вы пишете.

Стоимость 13990 руб.

2. Ручка Lernstift [4].

Немецкая компания запустила на Kickstarter проект по сбору средств на выпуск «умной» ручки Lernstift, которая сможет решить проблему орфографических ошибок при письме.

Система работает благодаря ультракомпактному компьютеру на базе Linux. Встроенный датчик движения позволяет распознавать почерк и анализировать текст. В режиме орфографии система считывает рукописные заметки и проверяет их на грамотность. Если слово было написано неправильно, ручка вибрирует, предупреждая об ошибке. Также ручка имеет режим каллиграфии, предназначенный для улучшения почерка у детей. Ручка сигнализирует, когда форма письма пользователя трудночитаема.

Команда, ответственная за разработку продукта, обещает выпустить собственный интерфейс прикладного программирования (API) с открытой лицензией, чтобы позволить пользователям подключаться к ручке с помощью встро-



енного Wi-Fi передатчика и создавать приложения, которые могут использовать ее возможности. Компания Lernstift привлекла чуть более £9 тысяч из £120 тысяч, запрошенных изначально.

«Грамотная» ручка – это устройство, считывающее почерк владельца во время письма и сообщающее об ошибках посредством удара током.

Изначально в базе данных устройства имеется словарь со всеми формообразующими моментами. Для использования ручки, необходимо ввести в базу данные о почерке владельца.

Ручка работает на аккумуляторах. Для заряда устройства можно использовать переносной блок питания.

Во время эксплуатации устройства ручка будет передавать данные о написанных словах в браслет, где будет происходить их сопоставление с данными словаря и данными о почерке. При неправильном написании слов пьезоэлемент, расположенный в браслете, будет бить владельца током с силой 5 мкА (рис. 1).

Постоянный ток с силой 5-7 мкА является ощутимым. Он вызывает слабый зуд или легкое пощипывание кожи [5].

Принцип считывания слов основан на принципе работы оптической компьютерной мыши. При касании шарика ручки тетрадного листа включается светодиод, он испускает пучок света, который отражается от поверхности и улавливается сенсором. При перемещении ручки по поверхности листа сигнал от светодиода, улавливаемый сенсором, будет меняться. Полученные данные обрабатываются микропроцессором, который отправляет оцифрованный сигнал на браслет [6]. При отрыве шарика от бумаги данные, собранные на браслете, анализируются, сравниваются с базой данных, и выдается результат.

Алгоритм работы ручки в виде примитивной блок-схемы представлен на рис. 1.

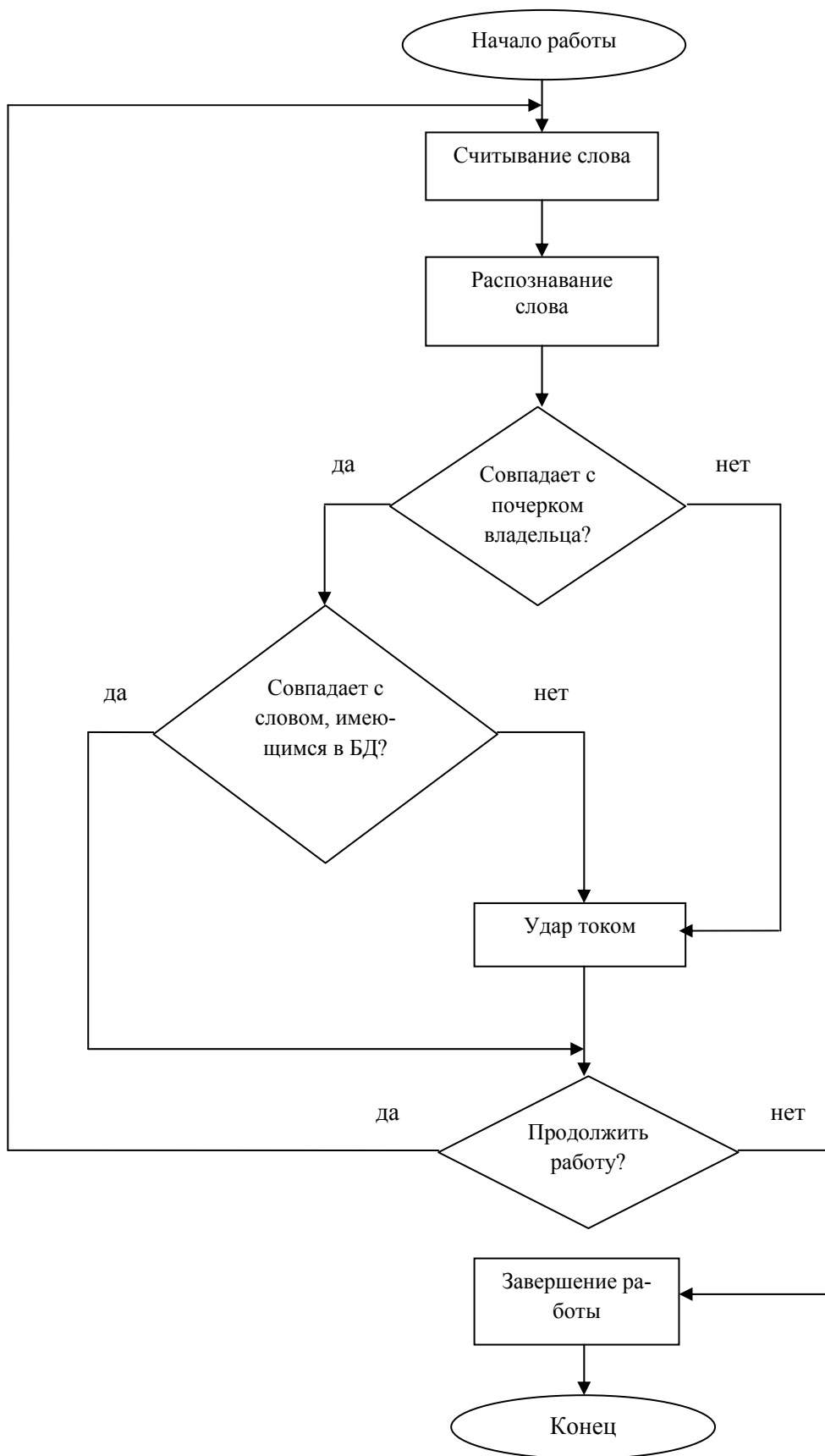


Рис. 1. Прimitивная блок-схема работы «грамотной» ручки

## Описание устройства

Устройство состоит из двух частей: шариковая ручка (рис. 2) и браслет.

Шариковая ручка состоит из корпуса, стержня, шарикового пишущего узла [7], комплекта фокусирующих линз, элемента питания, сенсора, лазерного светодиода, микропроцессора, модуля беспроводной связи и органов управления (вкл., выкл.).

Браслет состоит из корпуса, прорезиненного ремешка, пьезоэлемента, микропроцессора, модуля памяти, элемента питания, ЖК-дисплея, органов управления, модуля беспроводной связи и разъема для подключения к ПК.

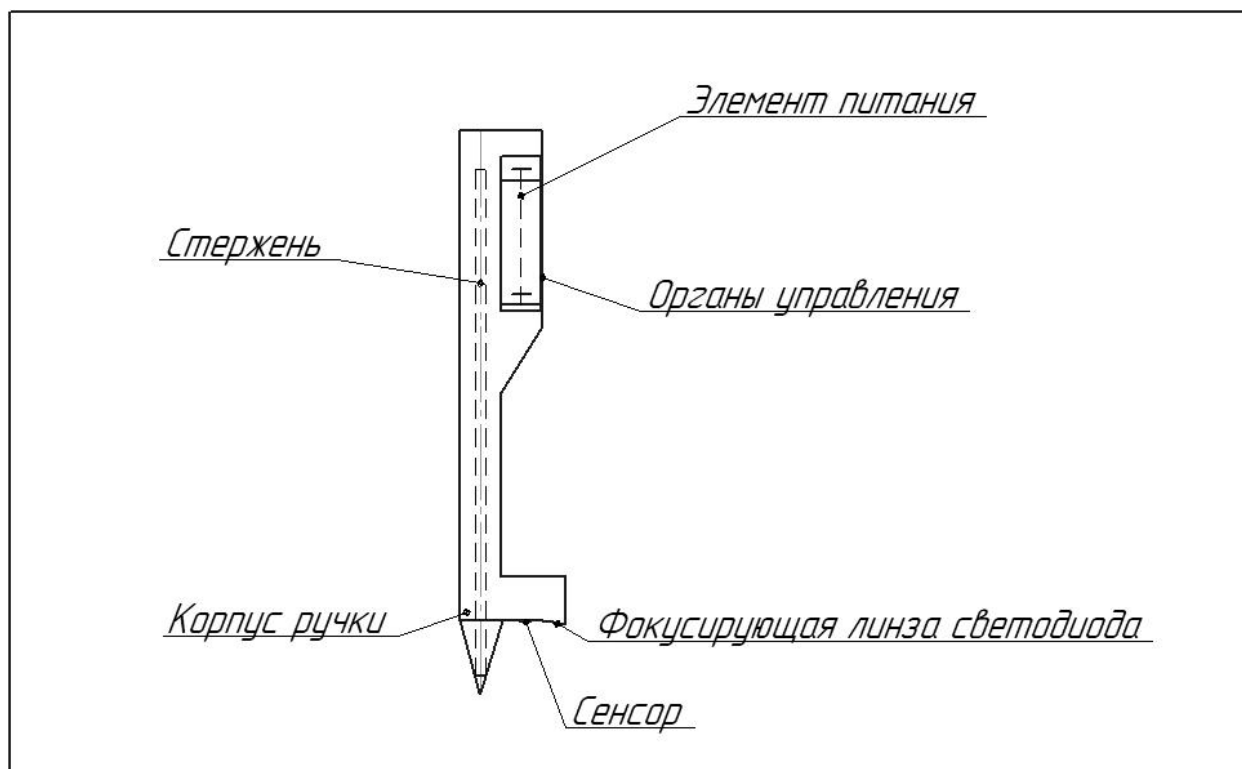


Рис. 2. Эскиз прототипа ручки

Также возможна разработка программного обеспечения для выработки каллиграфического почерка.

Таким образом, создание и внедрение «грамотной» ручки повысит уровень нормативно-языковой грамотности населения, а также поспособствует проявлению интереса к такому разделу языкознания, как этимология. Кроме того,

с помощью проекта «Грамотная» ручка», можно поддерживать интерес современных школьников и студентов к развитию новых технологий, изучению таких гуманитарных дисциплин, как русский язык и литература, что будет способствовать их всестороннему развитию.

### Список литературы

1. Тотальный диктант. URL: <https://totaldict.ru/> (дата обращения: 10.03.2019).
2. Данилова, А. А. Интеграционные связи выпуска навигационных стелек как проявление эффекта синергизма / А. А. Данилова, А. И. Яковлева // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. № 2. С. 56–61.
3. «Умная» ручка NeoSmartPenN2 // Medgadgets. URL: <https://medgadgets.ru/shop/neo-smartpen-n2.html#92=300> (дата обращения: 05.03.2019).
4. Look at me URL: <http://www.lookatme.ru/mag/live/experience-news/194499-lernstift> (дата обращения: 05.03.2019).
5. Безопасность жизнедеятельности // Московский государственный университет печати. URL: <http://hi-edu.ru/e-books/xbook908/01/part-009.htm> (дата обращения: 05.03.2019).
6. Виды и устройство компьютерных мышей // PC Information Guide. URL: <http://pc-information-guide.ru/periferiya/vidy-i-ustrojstvo-kompyuternyx-myshej.html> (дата обращения: 01.03.2019).
7. Шариковая ручка. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шариковая\\_ручка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шариковая_ручка) (дата обращения: 01.03.2019).

*Васильев И. Н.*, студент, it.ilya97@gmail.com

*Перевозчиков Д. Е.*, студент; *Альмакеев Ф. И.*, студент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

## **Методика автоматизированной отправки показаний приборов учета поставщику услуг**

*Описываются способы автоматизации передачи показаний с устройств учета в компанию – поставщик энергоресурсов. Проводится сравнительный анализ основных каналов взаимодействия с поставщиком услуг и результаты реализации одного из них.*

**Ключевые слова:** автоматизация, приборы учета, учет энергоресурсов, умный дом.

По исследованиям, проведенным одной из ведущих компаний-застройщиков по России, 15 % «умных» решений [2] в квартирах нашей страны касаются передачи показаний счетчиков. При этом проводились опросы среди людей о том, что должен уметь «умный дом», и около 20 % опрошенных посчитали наличие такой функции, как автоматическая отправка показаний счетчиков, необходимой.

Исходя из того, что тема автоматизации жилищ с каждым годом получает всё большее развитие [1], авторами было решено провести исследование способов автоматизации процесса передачи данных с приборов учета и того, какие каналы связи с поставщиками услуг энергии обычно имеются.

### **Методика исследования**

Авторами было исследовано порядка десяти управляющих компаний. У каждой определялись способы, которыми потребители услуг могут отправлять показания счётчиков в управляющую компанию. В конечном счете были выделены несколько основных способов принятия показаний:

- на бумажном носителе;
- телефонным звонком;
- через мобильное приложение;
- по электронной почте;
- по sms-каналу;
- через веб-интерфейс на сайте поставщика.

Далее каждый из способов анализировался на возможность его автоматизации.

Прием показаний на бумажном носителе означает запись всех показаний на бумагу и передачу поставщику этого документа. Он изначально не подходит под задачу автоматизации и не пригоден для использования в системах домашней автоматизации ввиду его полностью ручного бизнес-процесса.

Способ передачи показаний посредством телефонного звонка предполагает общение потребителя с роботом-оператором. Следуя его указаниям, потребителю требуется нажимать на клавиатуре телефона цифры. Этот способ возможно автоматизировать, совершая звонки программным способом. Но при этом нужно учитывать, что при использовании этого способа появляются расходы на связь.

Передача показаний посредством мобильного приложения также подразумевает ручной ввод данных в поля мобильного приложения поставщика услуг. Данный способ автоматизировать возможно, но довольно трудоемко и поэтому нецелесообразно. Было решено, что данный способ под задачи автоматизации не подходит.

Способ, предполагающий отправку показаний посредством sms-канала, имеет все шансы быть использованным в системах автоматизации. Схема работы показана на рис. 1. Для его реализации требуется лишь знать шаблон, по которому поставщик принимает показания. При этом система, как и в случае с методом телефонной отправки, должна иметь модуль сотовой связи. Данные отправляются строго заданными sms-командами, что не представляет трудности. Недостаток – затраты на сотовую связь.

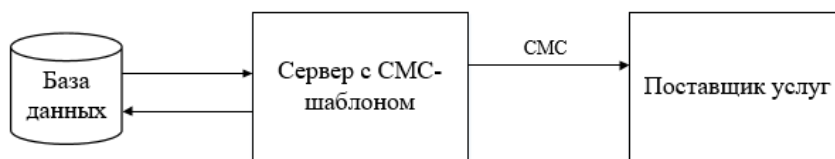


Рис. 1. Схема системы с отправкой показаний по sms-каналу

Способ, предполагающий отправку показаний посредством электронной почты пригоден для автоматизации. Схема работы показана на рис. 2. Способ довольно выгоден ввиду легкости его реализации. В управляющей системе нужно лишь задать шаблон, по которому поставщик принимает показания по электронной почте. Далее настроить отправку электронных писем, что на сегодняшний день почти не составляет труда. Например, широко используемый программный комплекс-сервер OpenServer [3] имеет такую возможность. Пожалуй, это самый простой способ автоматизировать отправку показаний поставщику.

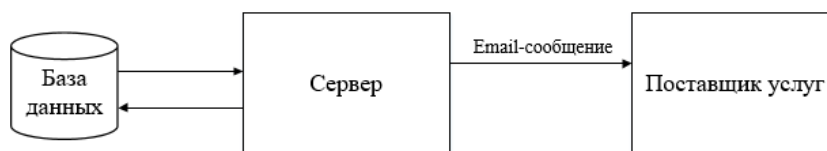


Рис. 2. Схема системы отправки показаний по электронной почте

Еще один способ предполагает отправку пользователем данных через веб-форму на сайте поставщика. Через программный код предлагается имитировать действия пользователя, который как бы отправляет данные через форму на веб-сайте компании, но делает это не человек, а программа.

Из плюсов данного метода можно выделить то, что можно как отправлять данные поставщику, так и получать. Например, данные о прошлых выплатах или о прошлых показаниях. Из недостатков можно выделить лишь некоторую

сложность разработки, поскольку сайт каждого поставщика отличается уникальностью данных, с которыми приходится работать при этом методе.

Именно этот способ был успешно реализован авторами, и предлагается к ознакомлению следующий алгоритм его работы.

1. Значения из базы данных сервером с помощью POST-запроса отправляются на сайт компании-поставщика.

2. Сайт компании-поставщика возвращает подтверждение/отказ принятия показаний.

3. Сервер формирует отчет о попытке отправки показаний и записывает его в БД.

Схема системы представлена на рис. 3. На рис. 4 продемонстрированы отправленные данные на сайт компании-поставщика и пришедший ответ. На рис. 5 показан интерфейс личного кабинета сайта-поставщика с принятыми к учету данными, отправленными по описываемому методу.

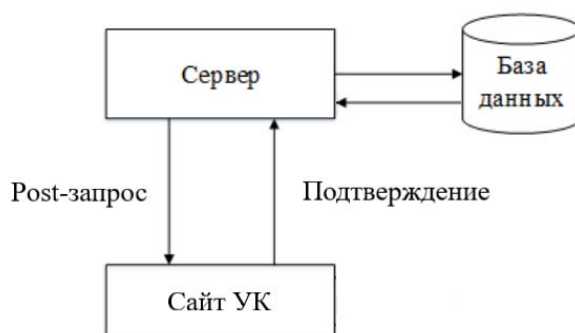


Рис. 3. Схема системы с отправкой показаний через сайт поставщика

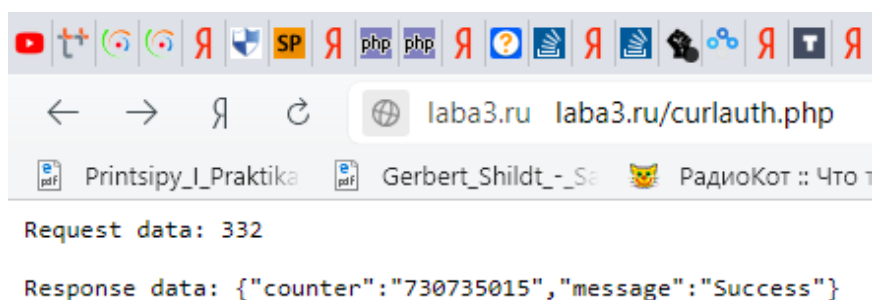


Рис. 4. Отправленные на сайт данные и пришедший ответ



#### АПРЕЛЬ 2019

Показания	Дата занесения	Источник	Состояние
332	24 апр в 21:02	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки
332	24 апр в 21:01	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки
332	24 апр в 21:00	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки
332	24 апр в 20:59	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки
332	24 апр в 20:58	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки
332	24 апр в 20:53	Онлайн сервисы (через сайт компании)	Ожидает отправки

*Рис. 5.* Интерфейс личного кабинета сайта-поставщика с принятыми к учету данными

Таким образом, авторами были исследованы способы отправки показаний приборов учета в компании – поставщики услуг и отобраны те, которые можно автоматизировать. Был успешно реализован один из отобранных методов. В дальнейшем приведенные наработки можно учитывать и применять при разработке информационных систем автоматизации.

#### Список литературы

1. Современные методы контроля количества и качества коммунальных ресурсов как инструмент энергосбережения в ЖКХ / Л. Н. Чернышов, Б. В. Башкин, С. С. Соколов, Е. А. Гудкова // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 6. С. 43–47.
2. Информационный портал IZHLIFE.RU: «Умный дом» в квартире: какие технологии предлагают застройщики. URL: <http://izhlife.ru/building/86770-umnyy-dom-v-kvartire-kakie-tehnologii-predlagayut-zastroyschiki-izhevchanam.html> (дата обращения: 20.04.2019).
3. Open Server. URL: <https://ospanel.io/> (дата обращения: 18.04.2019).

## Содержание

<i>Борисов Д. К., Шевченко Ф. Е., Гордина А. Ф.</i> Изучение влияния минеральных добавок на структуру и свойства строительного гипса	3
<i>Варфаламеева С. В., Буторина А. А., Шуклин С. Г.</i> Эффективность технологии очистки водной экосистемы обратноосмотическими фильтрами в пищевой промышленности с использованием углеродных нанотрубок	9
<i>Вавилова Д. Д., Касаткина Е. В.</i> Экономико-математическая модель оптимальных продаж компании-застройщика в условиях применения эскроу-счета	17
<i>Гаврилова М. В., Федоров С. М., Свалова М. В.</i> Совершенствование и повышение эффективности системы вентиляции цехов ОСК в городе Ижевске	22
<i>Демина Е. М., Гольцова О. Б.</i> Поддержка принятия решения по управлению процессом анализа для разработки информационной системы	28
<i>Долгих Е. А., Митрофанов А. В.</i> Выбор наиболее эффективного варианта использования энергии нефтяного месторождения для отопления мобильных бытовых сооружений	32
<i>Гильманова М. С., Долгих Е. А., Митрофанов А. В., Гаврилова М. В.</i> Параметрический анализ эффективности системы обеспечения микроклимата мобильных бытовых сооружений	36
<i>Загребин Д. А., Алиев Э. В.</i> Модель оценки делового климата региона	44
<i>Колотова А. В., Данилова А. А.</i> Бутылка для воды с числовым счетчиком	49
<i>Королева А. И., Велькова С. В., Симченко О. Л.</i> Применение вторично переработанного сырья как важнейшее направление обеспечения эффективного производства и ресурсосбережения	54
<i>Кочуров И. В., Плеханов Ф. И.</i> Проблемы и перспективы реализации концепции «Умный город»	59
<i>Кудрина М. А., Касаткина Е. В.</i> Моделирование транспортных потоков в системе перекрестков в Ижевске	63
<i>Пушкарев И. А., Пушкарева Т. А.</i> Расчет динамических реакций в планетарных передачах с прецессирующим сателлитом и с роликовым механизмом передачи момента	68
<i>Соковнина О. В., Микрюкова Е. М.</i> Внедрение Scrum-методологии на примере инжиниринговой компании «ООО «ПОЛЕКА»	75

<i>Диденко В. Н., Узиков Н. Д., Исаев А. В.</i> Энергообеспечение предприятий аграрно-промышленного комплекса за счет утилизации их органических отходов	82
<i>Шадрина Л. Д., Федоров С. М.</i> Использование теплоносителей в системах автономного теплоснабжения	89
<i>Чайка Д. А., Пушкарева Л. А.</i> Выбор способа огнезащиты деревянных конструкций зданий и сооружений	97
<i>Ахметзянов А. Ф., Позолотин С. О., Файзуллин Р. В.</i> Программа для торговли коинтегрированными парами акций	103
<i>Бабушкина А. А., Ткачук О. В., Шумихина Т. С., Нагимуллина Г. Г.</i> Создание мобильного приложения «Домашняя корзина»	110
<i>Балтачев Н. С., Жуков А. Н., Гуменюк А. Н., Полянских И. С.</i> Повышение коррозионной стойкости бетонов и растворов введением добавки на основе промышленных отходов	116
<i>Вяргизов И. С., Орлов Н. И., Пушкарев А. Э.</i> Использование мини-турбин для выработки энергии на высоконапорных водоводах на нужды теплоснабжения	121
<i>Гребенкина А. И., Алиев Э. В.</i> Управление НИРС на основе моделирования человеческого капитала	125
<i>Звонарев И. С., Караваяв Ю. Л.</i> Обучение нейросетевой системы управления многозвенным колесным мобильным роботом	130
<i>Лебедева Е. В., Иванова К. О.</i> Разработка кулера с встроенным кондиционером	136
<i>Иванов А. М., Тюрин А. П.</i> К вопросу подавления шума активными методами	141
<i>Гагаринова Д. С., Исаев М. А., Полянских И. С.</i> Применение техногенных отходов для эффективной эксплуатации зданий и сооружений	145
<i>Кашин Е. М., Диденко В. Н.</i> Газогенератор роторного типа	150
<i>Лекомцев Ф. А., Шишаков К. В.</i> Исследование свойств широкополосности многодиапазонных антенн	159
<i>Макаров Н. Е., Марков М. М.</i> Цифровая компенсация рассогласований в приемниках	163
<i>Нагимуллина А. Г., Нагимуллина Г. Г., Лобовикова Ю. В., Данилова А. А.</i> Разработка пьезоэлектрической кнопки-антистресс	167
<i>Насридинов Т. Д., Чорбаа Н. А., Кайсина И. А., Абилов А. В., Цаллагова М. М.</i> Тестовый стенд для промышленного интернета вещей	171

<i>Серебренников О. В., Пушкарев А. Э.</i> Морфологический анализ энергетически эффективных вентиляционных дефлекторов	177
<i>Туркин Д. Н., Клековкин В. С.</i> Методика оценки показателей надежности по данным эксплуатации изделий	181
<i>Пушкарев А. Э., Черных А. Ю.</i> Выбор способа пожаротушения резервуарных парков топлива	186
<i>Шаляпин П. А.</i> Морфологический анализ систем вентиляции офисных зданий	192
<i>Караваев Ю. Л., Клековкин А. В., Шестаков В. А.</i> Управление высокоманевренным мобильным роботом со смещенным центром масс	196
<i>Бусоргина Р. Н., Петрова Т. Л.</i> Организация и обустройство площадок для выгула собак в городе Ижевске	203
<i>Бусоргина Р. Н.</i> «Грамотная» ручка	210
<i>Васильев И. Н., Перевозчиков Д. Е., Альмакеев Ф. И.</i> Методика автоматизированной отправки показаний приборов учета поставщику услуг	216

*Электронное научное издание*

**«Выставка инноваций – 2019  
(весенняя сессия)»**

Сборник материалов XXVII Республиканской выставки-сессии  
студенческих инновационных проектов  
(Ижевск, 25 апреля 2019 г.)

Технический редактор *С. В. Звягинцова*  
Корректор *Я. В. Олина*  
Верстка *Я. В. Олиной*

Подписано к использованию 10.06.2019. Объем 5,62 Мб  
Уч.-изд. л. 7,42. Заказ № 224

Издательство Ижевского государственного технического университета  
имени М. Т. Калашникова  
426069, Ижевск, Студенческая, 7