

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ФОРУМ
«100-ЛЕТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ УДМУРТИИ:
ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

«ВЫСТАВКА ИННОВАЦИЙ – 2020» (ОСЕННЯЯ СЕССИЯ)

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

Ижевск, 19 ноября 2020 г.

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

«ВЫСТАВКА ИННОВАЦИЙ – 2020» (ОСЕННЯЯ СЕССИЯ)

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

Ижевск, 19 ноября 2020 г.



УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова
Ижевск 2021

УДК 62(06)
ББК 30у
В93

Редакционная коллегия:

Председатель: *А. Н. Копысов*, канд. техн. наук, проректор по научной и инновационной деятельности.

- *О. А. Дегтева*, начальник управления научно-исследовательских работ;
- *А. П. Тюрин*, заместитель начальника управления научно-исследовательских работ;
- *А. Н. Домбрачев*, начальник отдела интеллектуальной собственности;
- *А. Н. Гуменюк*, начальник отдела инновационного развития;
- *С. А. Мохначев*, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
- *С. А. Мурашов*, доцент кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики»;
- *А. А. Абрамова*, доцент кафедры «Водоснабжение и водоподготовка»;
- *Л. В. Волкова*, доцент кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики»;
- *К. С. Чернышев*, начальник отдела разработки, внедрения и сопровождения информационных систем управления информатизации;
- *С. А. Пигалев*, директор бизнес-инкубатора;
- *М. А. Фоминов*, первый заместитель министра информатизации и связи Удмуртской Республики;
- *П. С. Павлова*, руководитель представительства Фонда содействия инновациям в Удмуртской Республике;
- *В. В. Ермилов*, директор ООО «КАМ-софт инжиниринг»;
- *Е. С. Слащев*, директор ООО «Цифровые производственные системы»;
- *Е. Е. Передвигин*, директор по развитию KREM.GAMES.

«Выставка инноваций – 2020» (осенняя сессия) : сборник материалов XXX Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов, Ижевск, 19 ноября 2020 г. – Ижевск : Управление информационных ресурсов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – 247 с. – 7,83 МБ (PDF). – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7526-0897-1

Сборник составлен из материалов докладов молодых ученых, заслушанных перед экспертной комиссией на XXX Республиканской выставке-сессии студенческих инновационных проектов в ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» (г. Ижевск, 19 ноября 2020 г.). Проекты докладчиков выполнены в широком спектре приоритетных направлений развития науки и техники. Часть материалов, представленных в сборнике, отражают результаты научно-инновационной деятельности молодых ученых ИжГТУ имени М. Т. Калашникова за последние годы.

Мероприятие проводилось в рамках Международного научно-практического форума «100-летие государственности Удмуртии: исторические вехи и перспективы развития».

УДК 62(06)
ББК 30у

ISBN 978-5-7526-0897-1

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021
© Оформление. УИР ИжГТУ
имени М. Т. Калашникова, 2021

Т. П. Андреева, магистрант, tatand91@mail.ru

Ю. В. Севрюгин, кандидат экономических наук, доцент, rkb3304@yandex.ru
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Выбор методов оценки рисков инвестиционного проекта по франчайзинговой схеме организации бизнеса

Франчайзинг представляет собой эффективную форму организации бизнеса, которая отличается низким уровнем риска и стабильным уровнем дохода. Рассмотрены основные особенности, возникающие при формировании инвестиционных проектов, основанных на системе франчайзинга. Автор приводит основные методы оценки рисков инвестиционных проектов по франчайзинговой схеме организации бизнеса.

Ключевые слова: франшиза; франчайзер; франчайзи; инвестиционный проект; методы оценки рисков.

В условиях экономического спада покупка франшизы является перспективным способом организации бизнеса, прежде всего из-за более низких предпринимательских рисков.

В настоящее время ведется работа по финансовому обоснованию эффективности франчайзинговой схемы организации инвестиционного проекта. Инвестиционным проектом предусматривается покупка франшизы компании ООО «ИНВИТРО». Франчайзи, или покупателем франшизы, будет ООО «Клиника «Здоровье». Эта крупная компания для оказания наркологической помощи жителям Ижевска и Удмуртской Республики. Она занимается лечением алкоголизма и наркомании. Деятельность компании успешная, финансовое состояние устойчивое. Однако в связи с ростом заболеваний короновиральной инфекцией сложилась ситуация, когда суточная емкость лабораторий по анализам на наличие или отсутствие в организме вируса Covid-19 явно недостаточно. Людям приходится ждать результатов тестов по несколько дней, что грозит потерей здоровья.

В стационаре «Клиника «Здоровье» нет своей собственной лаборатории, биологический материал пациентов отправляется в другие организации, из-за этого возникает ряд проблем:

- повышается стоимость лабораторных исследований;
- нет возможности брать биологический материал круглосуточно;
- нет возможности получать результаты исследования в режиме *Cito!*

Для срочного создания отделения лаборатории на базе наркологической клиники было выбраны три наиболее конкурентноспособные франшизы:

- ООО «Медлаб «Экспресс»;
- ООО «ИНВИТРО»;

ООО МЦ «Академия здоровья».

Инвестиционные проекты по франчайзинговой схеме нуждаются в комплексной оценке рисков. Это, конечно, финансовые риски, а также технологические риски, социальные и правовые.

Обзор научной литературы показал следующую классификацию. Все риски делятся на 4 группы: аналитические, статистические, имитационные и стресс-тестирования [1].

К *аналитическим методам* относятся:

- метод корректировки нормы дисконта, наиболее простой и наиболее применяемый на практике; основная идея метода заключается в корректировке некоторой базовой нормы дисконта, которая считается безрисковой или минимально приемлемой;

- метод безрискового эквивалента основан на оценке рисков, связанных с изменением портфеля акций;

- метод экспертных оценок – это метод организации работы со специалистами-экспертами и обработки их мнений. Он используется для анализа и оценки результатов опросов, представленных экспертами, для прогнозирования хода развития событий, связанных с реализацией инвестиционных проектов [2].

Статистический метод

Концепция рисковой стоимости – метод оценивания рыночных рисков с помощью их сравнения по различным портфелям и различным финансовым инструментам [3].

Имитационный метод

Метод Монте-Карло представляет собой использование комплексной оценки риска проекта на основе многократной имитации условий формирования показателей эффективности и их отклонения от расчетного или среднего значения [4].

Метод стресс-тестирования

Включает в себя [5]:

- анализ чувствительности, который позволяет определить влияние изменения основных параметров инвестиционного проекта на показатели его экономической эффективности, тем самым определив критические значения исходных показателей рассматриваемого проекта, которые ставят под сомнение целесообразность его осуществления;

- анализ сценариев развития события основывается на разработке и дальнейшем анализе как минимум трех предположений о возможных сценариях развития событий: пессимистический, наиболее вероятный и оптимистический;

- метод дерева решений предполагает разделение сложных проблем на отдельные фрагменты;

- метод аналогий наиболее прост в использовании и заключается в сравнении рассматриваемого проекта с аналогичным, осуществленным в тех же условиях, при такой же структуре источников финансирования.

Каждый из проанализированных методов оценки рисков инвестиционных проектов имеет свои достоинства и недостатки. Однако при проведении иссле-

дования можно сделать вывод о том, что из всех методов наилучшими для оценки рисков проекта является анализ чувствительности и метод Монте-Карло.

Анализ чувствительности позволяет оценить изменение показателя чистого приведенного дохода проекта в зависимости от влияния на него различных факторов риска (например, величина выручки, размер инвестиций, сумма затрат).

Метод имитационного моделирования Монте-Карло с помощью специализированной программы *Project Expert* позволит определить степень возможного воздействия случайных факторов на показатели эффективности проекта.

Список литературы

1. Николаенко, В. С. Оценивание рисков: Воздействие на риски // Корпоративный портал : сайт. – URL: <http://portal.tpu.ru> (дата обращения: 20.11.2020).
2. Межов, С. И. Инвестиционный анализ // Bstudy : сайт. – URL: <https://bstudy.net> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Федорова, Е. А. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски // Bstudy : сайт. – URL: <https://bstudy.net> (дата обращения: 20.11.2020).
4. Воронцовский, В. А. Управление рисками. – URL: <https://studme.ru> (дата обращения: 20.11.2020).
5. Епраносян, А. А. Стресс-тестирование. Методы анализа рисков в банке // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru> (дата обращения: 20.11.2020).

И. С. Антонов, магистрант, klin909@mail.ru
А. А. Стазаева, магистрант, anastasia.nopi@yandex.ru
В. А. Меньшиков, магистрант
menshikov-vladislav.005@mail.ru

Ю. В. Пузанов, кандидат технических наук, доцент
О. А. Трифонов, кандидат технических наук, доцент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Оценка конструктивных параметров угловых фрезерных приводных головок с учетом динамических характеристик основных деталей

Определены оптимальные режимы резания угловой приводной фрезерной головки. Разработана программа оценки виброустойчивости угловой приводной фрезерной головки. Рассчитаны собственные колебания угловой приводной фрезерной головки с помощью разработанной программы. Рассчитаны вынужденные колебания угловой фрезерной головки с помощью разработанной программы. Построены графики АФЧХ и осциллограммы, дана оценка виброустойчивости угловой приводной фрезерной головки. Сформирован алгоритм действий для оценки параметров приводного фрезерного инструмента. Проведен анализ виброустойчивости различных узлов приводного фрезерного инструмента.

Ключевые слова: динамическая характеристика; точность; резонанс; устойчивость конструкции.

Введение

Состояние машиностроительной отрасли во многом определяет развитие и совершенствование остальных отраслей народного хозяйства. Основными показателями развития машиностроительной отрасли являются качество и темпы производительности труда, которые ведут к повышению конкурентоспособности продукции. Важнейшее значение при этом имеет совершенствование технологических методов производства машин.

Изготовление приводного инструмента позволяет значительно расширить возможности фрезерных и токарных станков – основной группы производственных мощностей предприятий. Применение приводного инструмента позволяет повысить производительность оборудования, а в некоторых случаях и вовсе избежать привлечения дополнительного оборудования для производства изделия, благодаря этому появится возможность разгрузить производственные мощности предприятия.

Актуальность работы

В настоящее время на российском рынке представлены только импортные образцы.

В сложившейся политико-экономической ситуации целесообразно задуматься над импортозамещением приводного инструмента. Отечественные при-

водные инструменты будут выгодно отличаться на фоне своих зарубежных конкурентов как по цене, так и в плане мобильности производства при изготовлении специальных образцов, используемых на устаревшем или специфическом оборудовании.

При оценке рынка приводного инструмента была произведена его классификация. В данной работе классификация будет рассмотрена кратко:

1. По типу хвостовика.
2. По конструкции.
3. По способу подвода смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).
4. По габаритному размеру.
5. По количеству шпиндельных узлов.

Задачи

Разработка конструкции приводного инструмента.

Оценка конструктивных параметров угловых фрезерных приводных головок с учетом динамических характеристик основных деталей.

Оценка конструктивных параметров основных деталей с учетом деформации под рабочей нагрузкой.

Для прототипа выбраны наиболее распространенные признаки: угловая одношпиндельная приводная головка среднего размера, от подвода СОЖ решено было отказаться для облегчения конструкции прототипа. Конструкции зарубежных аналогов и прототипа представлены на рис. 1.



Рис. 1. Конструкции приводных головок: а – зарубежные аналоги; б – прототип

В конструкции прототипа использована цилиндро-коническая передача (рис. 2). Это решение позволило отказаться от использования специализированного оборудования, тем самым упростив производство.

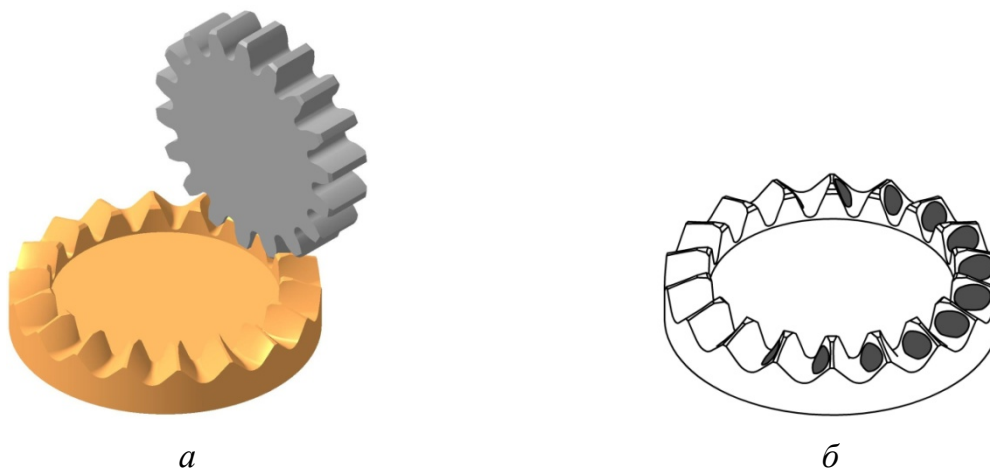


Рис. 2. Цилиндроконическая передача:
а – изображение передачи; б – теоретическое пятно контакта

Перед началом проработки конструкции были определены силы резания по методике из источника [1], возникающие при обработке. Для этого составим математическую модель из системы из ограничений станка и инструмента

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 \geq 4,094; \\ X_1 \leq 8,161; \\ X_2 \geq 1,609; \\ X_2 \leq 2,708; \\ 1,13X_1 + 0,75X_2 \leq 15,35; \\ X_1 + 0,5X_2 \geq 11,848; \\ 0,13X_1 + 0,75X_2 \leq 2,891; \\ F = (X_1 + X_2)_{\max}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где X_1 и X_2 – коэффициенты, возникшие при переводе ограничений и целевой функции к линейному виду. Соответственно равны $\ln n$ и $\ln(s \cdot 1000)$.

Ограничения представлены в виде графика на рис. 3.

Полученные ограничения:

$$\begin{aligned} n_{\text{опт}} &= e^{X_1} = 2,718^{8,16} = 3500 \text{ об/мин}; \\ s_{\text{опт}} &= \frac{1}{1000} e^{X_2} = \frac{1}{1000} \cdot 2,718^{2,45} = 0,012 \text{ мм/зуб}. \end{aligned} \quad (2)$$

Работа приводного инструмента связана с постоянными вибрациями, возникающими при обработке, которые могут негативно сказаться на работе и сроке эксплуатации приводного инструмента. Для решения этой проблемы

была применена методика источника [2] с поправкой на специфику приводного инструмента.

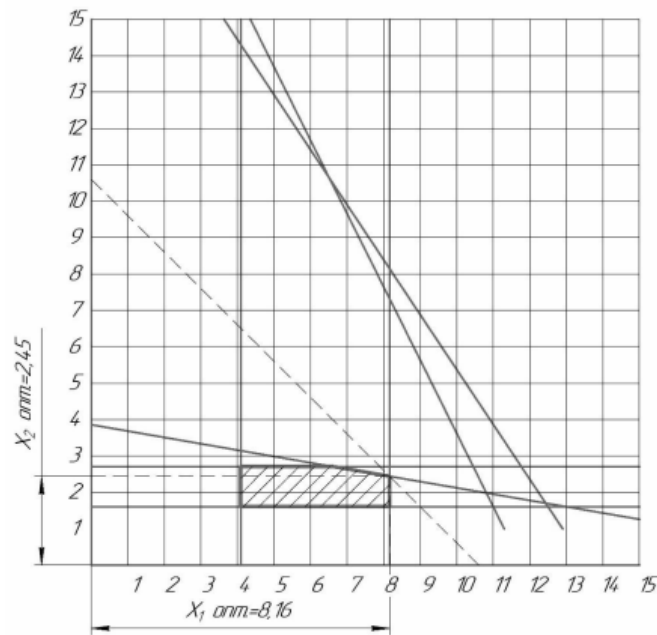


Рис. 3. Ограничения по режимам обработки

На базе дифференциального уравнения (3) составлена математическая модель (4):

$$m \frac{d^2 y}{dt} + \beta \frac{dy}{dt} + cy = P \sin \omega t; \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{\text{эус}}(i\omega) = \frac{\frac{1}{c} \cdot [(1 - T_0^2 \omega^2) - T_1 i \omega]}{(1 - T_0^2 \omega^2)^2 - T_1^2 \omega^2}; \\ \text{Re} = \frac{\frac{1}{c} \cdot (1 - T_0^2 \omega^2)}{(1 - T_0^2 \omega^2)^2 - T_1^2 \omega^2}; \\ Lm = -\frac{\frac{1}{c} \cdot T_1 \omega}{(1 - T_0^2 \omega^2)^2 - T_1^2 \omega^2}. \end{array} \right. \quad (4)$$

По точкам, полученным в ходе расчета, был построен график амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ) для шпиндельного узла и корпуса угловой приводной головки. Графики представлены на рис. 4. По графикам видно, что кривые АФЧХ не охватывают точку $[-1, 0]$, следовательно, динамическая система угловой приводной головки устойчива.

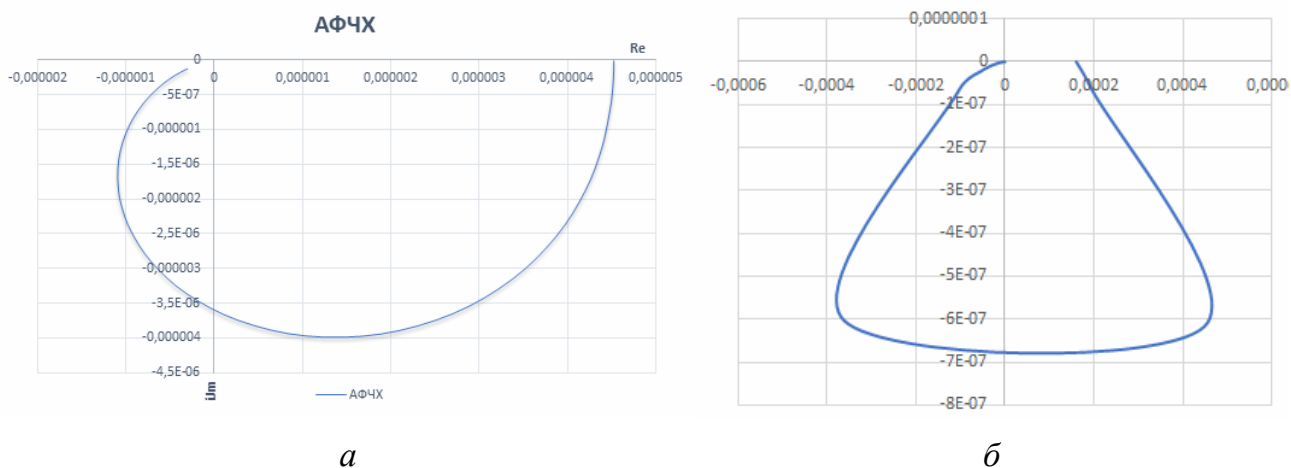


Рис. 4. АФЧХ шпинделя и корпуса: а – АФЧХ шпинделя; б – АФЧХ корпуса

Перед прочностным анализом были произведены расчеты силы резания и силы реакции подшипниковых опор. Вместе с определением сил реакции опор производился расчет на долговечность выбранных подшипников.

Для упрощения расчеты велись в *Excel* (рис. 5).

Данные для схемы нагружения		Расчет реакций опор		Номинальная долговечность опоры а	
Fr	584	Rax	94,49	Lh	16303
Ft	1066	Ray	137,73	Qa	418
Px	50,25	Ra	167,0267	m	0
Py	40,2	Rbx	529,71	kk	1
Pz	100,5	Rby	1028,77	ko	2,5
Расстояние между центрами подшипников	82	Rb	1158,225	kt	1
Расстояние до центра подш. а	48			C	6300
Расстояние до центра подш. В	34	Проверка		p	3
L1	48	Rax+Rbx-Fr-Py	0	n	3500
L2	16	Ray+Rby-Ft-Pz	0		
L3	82			Номинальная долговечность опоры б	
Лобщ.	202			Lh	5873
				Qb	2984
Параметры подшипников				m	0,7
a	0			kk	1
b	36			ko	2,5
				kt	1
				C	32000
				p	3
				n	3500

Рис. 5. Результаты расчета

В дополнение к динамическому анализу был произведен прочностной анализ методом конечных элементов в программе *Ansys Workbench* [3]. Результаты анализа шпинделя и корпуса приведены на рис. 6.

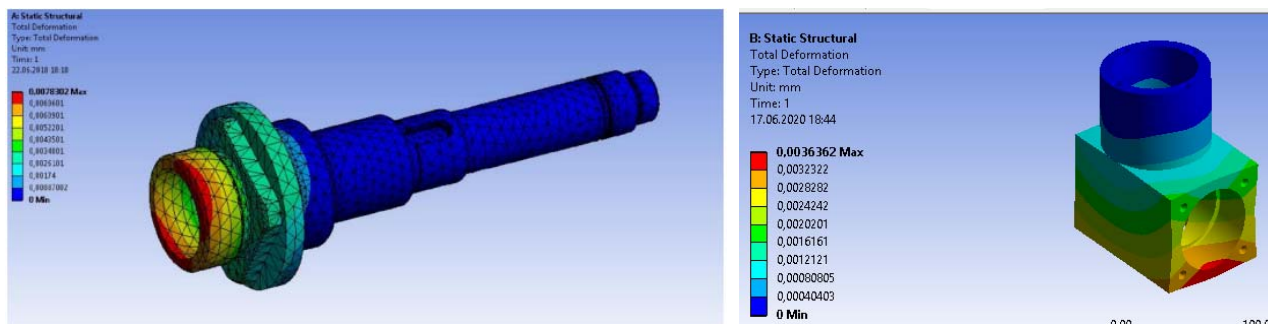


Рис. 6. Максимальные деформации шпинделя и корпуса

Заключение

На основании полученных результатов был сделан вывод, что в данной конструкции имеется большой запас по прочности и динамической устойчивости. Это дает возможность произвести дальнейшую оптимизацию конструкции. Например, уменьшить габаритные размеры и массу или изменить расстояние между подшипниковыми опорами, улучшив геометрическую проходимость угловой приводной головки.

Список литературы

1. Определение оптимальных режимов обработки с использованием ЭВМ. Фрезерная обработка : метод. указ. к лаб. работе / сост. В. А. Дмитриев ; Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2003. – 18 с.
2. Пронников, А. С. Металлорежущие станки и автоматы : учебник для машиностроительных вузов / под ред. А. С. Пронникова. – Москва : Машиностроение, 1981. – 479 с. ; ил.
3. Инженерный анализ в ANSYS Workbench : учебное пособие / В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Е. А. Солдусова, Н. А. Глазунова, И. Е. Адеянов. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с. ; ил.

Е. В. Астраханцева, студент, katya_astrahanseva27@mail.ru

М. В. Феоктистова, студент

А. А. Абрамова, кандидат технических наук, доцент

А. М. Непогодин, старший преподаватель

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка экспериментальной установки очистки питьевых вод посредством совмещения методов напорной флотации и фильтрации

Для того чтобы качество очищенной воды соответствовало нормативным показателям, требуется организовывать множество разнообразных сооружений на очистных станциях, что экономически затратно. Поэтому для решения данной проблемы нужно уменьшить объем очистных сооружений, но при этом сохранить качество подготавливаемой воды. Для результативной очистки воды, удаления запахов, привкусов и большого количества взвешенных веществ предлагается модернизированная схема очистки с применением объединенной установки флотатор-фильтров. Объединенная установка «Напорный флотатор-скорый фильтр» позволяет уменьшить объемы очистных сооружений в 4 раза и время подготовки воды на 60 %.

Ключевые слова: установка; напорный флотатор; фильтр; очистка воды; станции подготовки воды.

В настоящее время одной из насущных проблем по-прежнему остается низкое качество забираемых вод хозяйственно-питьевого назначения, которые нуждаются в дальнейшей более тщательной очистке при ее подготовке. Хотя и приняты законодательные меры, но все еще наблюдается нелегальный сброс сточных и дренажных вод малых промышленных предприятий в поверхностные водоемы, что приводит к их загрязнению минеральными и органическими соединениями, такими как пестициды, нефтепродукты, полифенолы, СПАВ и др.

Повышение результативности работы отдельных процессов и технологической схемы очистки воды в современных условиях должно проводиться в следующих направлениях:

- использование модернизированных объединенных установок флотатор-фильтров, с помощью которых существенно уменьшаются объемы очистных сооружений и время подготовки воды, а также повышается ее качество;
- изменение режима хлорирования, который позволяет снизить дозы и время контакта хлора с неочищенной водой;
- применение более высокоэффективных коагулянтов и флокулянтов для определенного состава исходной воды;
- повышение эффективности процессов отстаивания и осветления воды, применяя тонкослойные модули;

– дополнительное осветление вод, устранение нерастворимых примесей и некоторых растворимых веществ за счет флотации.

В целом осуществление системного подхода на практике гарантирует достаточную санитарную и экологическую надежность станций водоподготовки и более экономное использование дорогостоящих материалов и оборудования в условиях повышенных антропогенных нагрузок на водоисточники.

Напорные флотаторы: установки компрессионной флотации применяются для осветления вод и удаления из них нерастворимых примесей, взвешенных и некоторых растворимых веществ за счет прилипания загрязнений к пузырькам тонкодиспергированного воздуха (рис. 1).

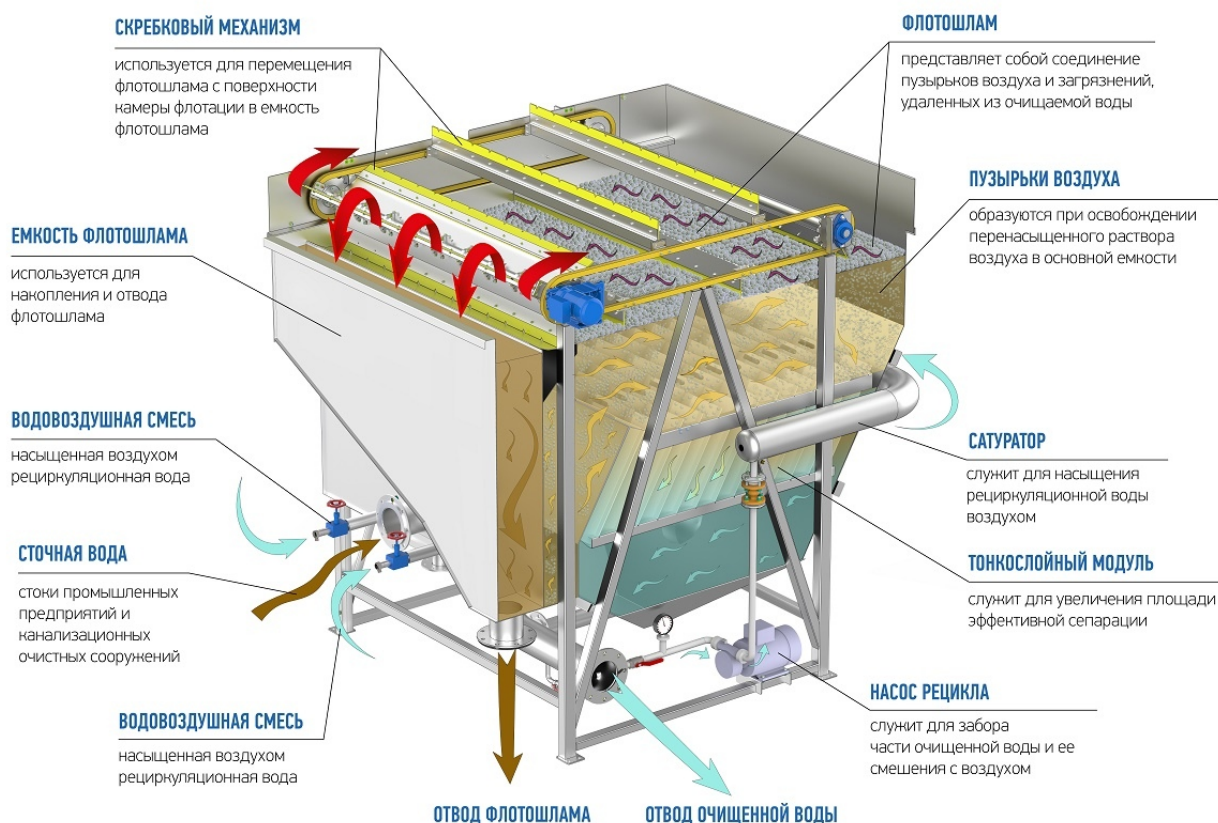


Рис. 1. Напорная флотационная установка (без тонкослойных модулей)

Способ насыщения жидкости пузырьками воздуха – компрессионный (напорный), предусматривает растворение сжатого воздуха в жидкости, и химический, т. е. с применением реагентов. Принимаются напорные флотаторы с принципиальной прямоточной схемой (рис. 2) [1].

Скорые безнапорные фильтры: применяются в качестве второй ступени очистки. К традиционным технологиям подготовки воды относятся:

1. Горизонтальные отстойники – скорые фильтры;
2. Вертикальные отстойники – скорые фильтры;
3. Осветлители с взвешенным осадком – скорые фильтры (рис. 3).

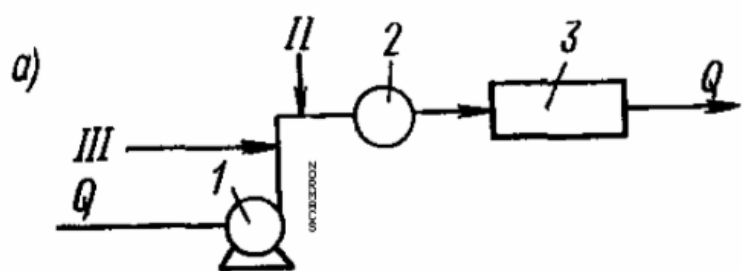


Рис. 2. Принципиальная схема флотоустановок (прямоточная): 1 – насос для подачи жидкости; 2 – сатуратор; 3 – флотокамера; II – ввод воздуха; III – подача флокулянта и коагулянта

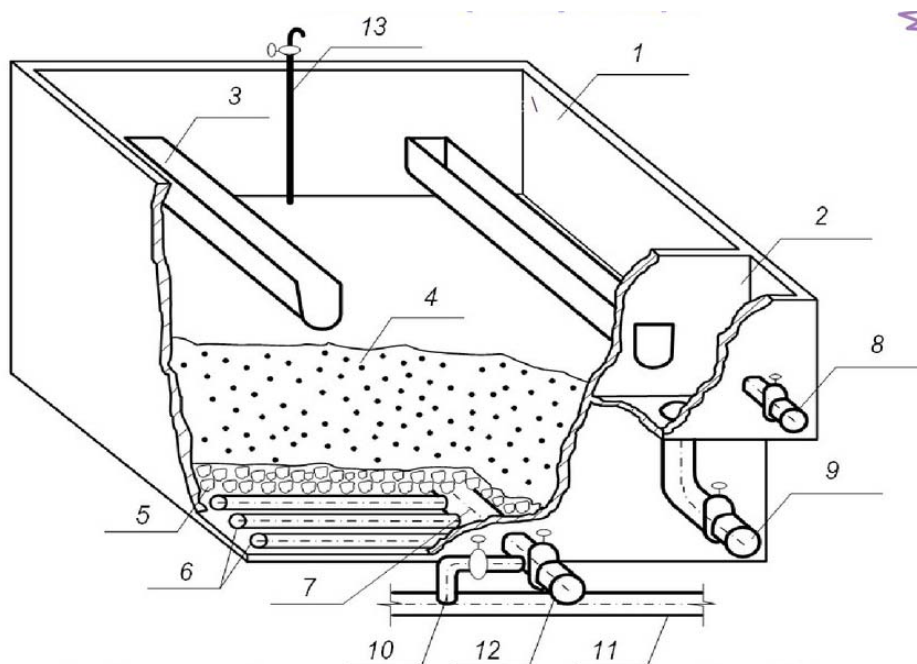


Рис. 3. Схема скорого фильтра: 1 – корпус; 2 – карман; 3 – желоб; 4 – фильтрующая загрузка; 5 – поддерживающие гравийные слои; 6 – водораспределительные трубы; 7 – коллектор; 8 – подача воды на очистку; 9 – отвод промывной воды; 10 – отвод фильтрата; 11 – сборный трубопровод профильтрованной воды; 12 – подача воды на промывку; 13 – воздухоотводчик

Данные технологии характеризуются существенными объемами очистных сооружений и временем обработки воды.

Имеются экспериментальные данные об эффективности очистки воды на установках «Напорный флотатор-скорый фильтр» в сравнении с существующей технологией (отстойники-фильтры): осуществляется более значительная очистка от цветности, взвешенных веществ. Улучшается качество воды, в частности показатели степени обезжелезивания и обесцвечивания, мутность и остаточный алюминий (рис. 4) [2].

Подготовка питьевой воды с применением методов напорной флотации-фильтрации способствует значительному экологическому, экономическому и социальному эффектам. Вместе с тем снижаются эксплуатационные и капитальные затраты, уменьшается потребление электроэнергии и теплотребле-

ние. В результате сокращения количества промывных вод, по сравнению с работой скорых фильтров, снижается нагрузка на окружающую среду, т. к. уменьшается количество сброса сточных вод в водные объекты [3, 4].

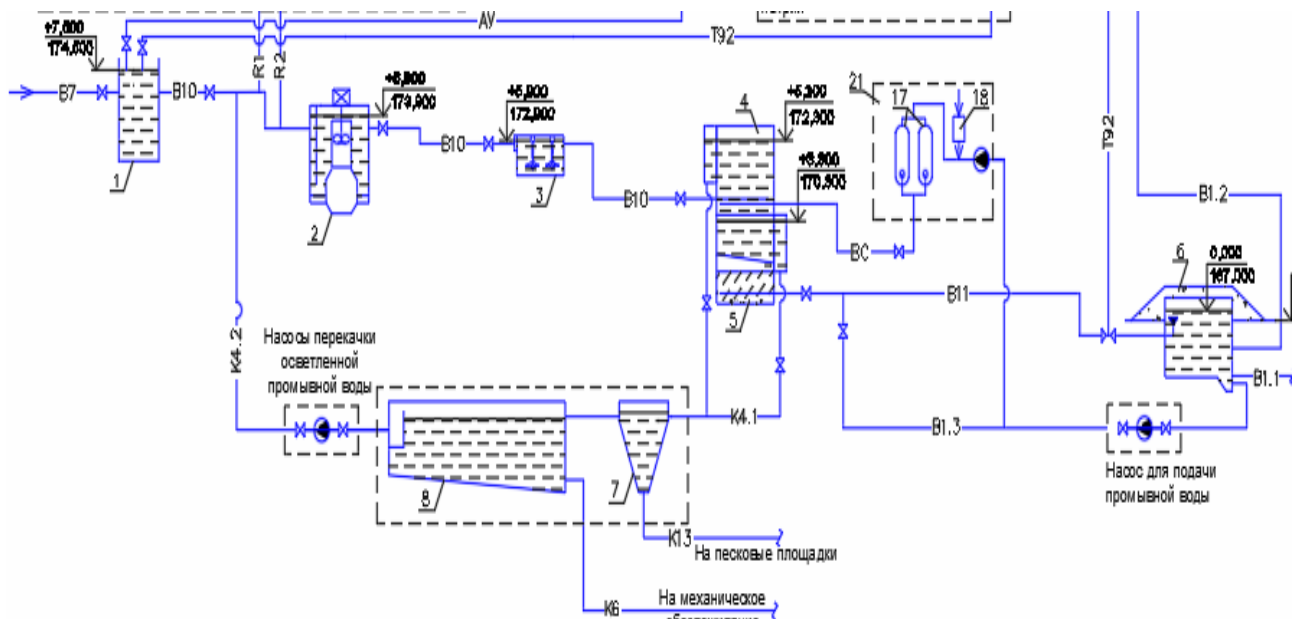


Рис. 4. Технологическая схема подготовки воды: 1 – приемная камера; 2 – смеситель; 3 – камера хлопьеобразования; 4 – напорный флотатор; 5 – скорый фильтр; 6 – резервуар чистой воды; 7 – песколовка; 8 – горизонтальный отстойник периодического действия

План коммерциализации

Расходы на производство:

1. Материальные затраты (покупка расходных материалов) 240 000 руб.
2. Расходы на оплату труда персонала 200 000 руб.
3. Отчисления на социальные нужды 60 000 руб.

Плановый показатель прибыли за 2021 г. – 1 000 000,00 руб.

Рентабельность продукции:

$$K_{p.п} = (1\,000\,000 \text{ руб.} / 500\,000 \text{ руб.}) \times 100 \% = 200 \%$$

Объединенная установка будет более эффективно и качественно очищать особо мутные природные воды, помимо того, существенным преимуществом является незначительные объемы установки (рис. 4).

Результаты исследования можно применить на станции подготовки воды для преобразования существующих сооружений водопровода из поверхностных источников. – Москва, 2004. – 240 с.

2. Фрог, Б. Н. Водоподготовка / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – Москва, 1996. – 680 с.

Список литературы

1. Горбачев, Е. А. Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников. – Москва, 2004. – 240 с.
2. Фрог, Б. Н. Водоподготовка / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. – Москва, 1996. – 680 с.

3. *Исаков, В. Г. Эффективность флотационной очистки промышленных сточных вод на лабораторной установке / В. Г. Исаков, А. М. Непогодин, М. Ю. Дягелев // Яковлевские чтения : сб. науч. тр. / МГСУ : Москва, 2020. – С. 50–54.*

4. The experience of laboratory flotation equipment for treating wastes from dairy / A. M. Nepogodin, V. G. Isakov, E. V. Grakhova, M. Y. Dyagelev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 (2020) 052070. doi: 10.1088/1755-1315/548/5/052070.

А. Р. Бекмансурова, магистрант, balinara18@gmail.com
К. И. Глухова, магистрант
Т. Н. Кучина, магистрант
О. Б. Гольцова, кандидат технических наук, доцент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка математической модели в рамках методики принятия решения по выбору программного продукта для автоматизации бизнес-процессов

Представлено описание системы поддержки принятия решения по выбору программного продукта для автоматизации бизнес-процессов. Акцент сделан на методе оценки программных продуктов за счет применения математической модели. В данной модели учтены требования по стоимости и времени внедрения программного продукта, а также наиболее часто встречающиеся базовые технические требования.

Ключевые слова: математическая модель; автоматизация; бизнес-процесс; программный продукт.

В настоящее время автоматизация как один из способов управления бизнес-процессами завоевала огромную популярность среди предпринимателей разного уровня и активно внедряется в государственных учреждениях. На рынке существует множество предложений по внедрению самых разных систем по автоматизации бизнес-процессов. Некоторые системы взаимозаменяемы, а некоторые предоставляют уникальный продукт. Такое разнообразие выбора обусловлено многими факторами и требует тщательного анализа.

Как правило, принятие решения в таких условиях основывается на личных предпочтениях и опыте лица, принимающего решение или эксперта, но такой выбор часто бывает ошибочным [1]. Для решения задачи по формализации принятия решения была разработана система по выбору программного продукта по автоматизации бизнес-процессов (далее – Система), структурно-логическая модель которой описана в источнике [2].

В рамках Системы разрабатывается математическая модель: она является одним из инструментов современного управления организационными системами [3]. Результатом применения математической модели является присвоение оценки каждому программному продукту в соответствии с условием. Оценка происходит на основе заданных критериев. Целевая функция математической модели представлена формулой.

$$F = \frac{C_c}{C_e} + \frac{T_c}{T_e} + \sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot k_i) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где C_c – желаемая стоимость внедрения программного продукта; C_e – предполагаемая стоимость внедрения программного продукта, предложенная исполнителем; T_c – желаемое время внедрения программного продукта; T_e – предполагаемое время внедрения программного продукта, предложенное исполнителем; n – количество критериев, обуславливаемых базовые технические возможности системы; α_i – вес i -го критерия; k_i – степень реализации критерия.

Может принимать два значения: 0 – программный продукт не сможет удовлетворить требования, представленные критерием; 1 – программный продукт сможет удовлетворить требования, представленные критерием.

К критериям, обуславливающим базовые технические возможности системы, относятся:

- наличие поддержки электронного документооборота;
- возможность работы в системе как внутренним, так и внешним пользователям;
- возможность отслеживания показателей эффективности в режиме реального времени (дашборды) и др.

В рамках математической модели важны два аспекта: удовлетворяет ли программный продукт требованию, и какой вес у критерия. Первый аспект будет изменяться при каждой итерации использования системы, но веса критериев необходимо рассчитать для дальнейшего использования математической модели. В качестве входных данных были использованы чек-листы требований 17 организаций, начинающих внедрение программных продуктов по автоматизации бизнес-процессов.

Анализ для расчета весов критериев проводился по следующему алгоритму:

1. Выявление уникальных требований.
2. Подсчет количества каждого требования среди организаций.
3. Вычисление веса каждого критерия по формуле.

$$\alpha_i = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^n K_i}, \quad (2)$$

где K_i – это количество организаций, выделивших i -й критерий в чек-листе требований.

Применяя алгоритм, получили результаты, представленные в таблице. Всего было выделено 19 основных критериев.

Следует отметить, что среди требований по интеграции с программными продуктами отдельно выделено «Возможность интеграции с программными продуктами 1С». Это связано с тем, что данная программа широко используется на территории России и в странах СНГ, в ней хранится информация о функционировании всей организации, и по данному пункту в чек-листах требований уделяют особое внимание.

Результаты определения критериев и весов критериев для математической модели

№	Наименование критерия	Вес критерия
1	Поддержка электронного документооборота	0,1545
2	Поддержка системы управления взаимоотношениями с клиентами	0,1182
3	Возможность формирования отчетов	0,1000
4	Интеграции с внешними системами различной направленности (за исключением 1С)	0,1000
5	Возможность отправка <i>email</i> -уведомлений	0,0636
6	Возможность интеграции с системами <i>IP</i> -телефонии	0,0636
7	Возможность интеграции с программными продуктами 1С	0,0636
8	Наличие <i>API</i> для внешних сервисов	0,0545
9	Возможность настройки гибкой ролевой модели	0,0455
10	Наличие мобильного приложения	0,0273
11	Возможность автоматического сбора статистической информации по процессам	0,0273
12	Управление проектами	0,0273
13	Возможность интеграции с социальными сетями и мессенджерами	0,0273
14	Возможность работы в системе внешними пользователями	0,0273
15	Возможность отслеживать и управлять ключевыми показателями эффективности	0,0273
16	Возможность реализации работы с электронной цифровой подписью	0,0182
17	Возможность интеграции <i>AD</i>	0,0182
18	Управление календарями	0,0182
19	Возможность распознавания документов	0,0182

Для математической модели определим ограничения, они представлены в виде формулы

$$\begin{cases} C_e \leq 1, 2 \cdot C_c; \\ T_e \leq 1, 2 \cdot T_c; \\ k_i \geq 0. \end{cases}$$

Для ограничения по стоимости и времени внедрения возьмем допуск в 20 %.

Применяя итоговую математическую модель, Система выдает результат: оценку по каждому из вариантов. Чем выше оценка из представленных, тем более подходящим является программный продукт по автоматизации бизнес-процессов.

В заключение хотелось бы отметить, что данная Система формализует процесс принятия решения выбора программного продукта по автоматизации бизнес-процессов. Результатом работы Системы является ограниченный набор программных продуктов, который формируется на основе входных данных. Такая система позволит сократить временные затраты лица, принимающего решение на поиск и анализ программных продуктов. Наряду с этим необходимо

учитывать, что Система позволяет выявить наиболее подходящий программный продукт с точки зрения базовых технических требований. Более детальный анализ на соответствие программных продуктов функциональным требованиям необходимо проводить экспертными методами на основе детализированной оценки при подготовке к внедрению программного продукта.

Список литературы

1. Баллод Б. А. Методы и алгоритмы принятия решений в экономике : учебное пособие. – 2-е изд., перераб. / Б. А. Баллод, Н. Н. Елизарова. – Санкт Петербург: Лань, 2018. – 272 с.

2. Bekmansurova, A. R. Description of Decision-Making Methodology for Choosing a Software Product for Business Processes Automation // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. (г. Ижевск, 29 мая 2020 г.) / отв. ред. К. Ю. Петухов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – С. 356–359.

3. Заболотский, В. П. Математические модели систем управления : учебное пособие / В. П. Заболотский, А. А. Оводенко, А. Г. Степанов. – Москва : Изд-во СПбГУ, 2000. – 340 с.

Д. В. Беляева, магистрант, belaevad47@gmail.com
А. И. Гайнанова, магистрант, gaynanova99@mail.ru
А. А. Абрамова, кандидат технических наук, aaa2785@mail.ru
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Влияние исходной воды на работу обратноосмотической системы

Рассмотрена проблема влияния качества исходной воды на систему обратного осмоса. Предложены возможные схемы предварительной обработки поступающих стоков с применением нескольких стадий: фильтров грубой, тонкой очистки, сорбционных фильтров с загрузкой из активированного угля. В некоторых случаях на заключительном этапе перед установкой предусматривают ультрафильтрацию, систему обезжелезивания и осветления.

Ключевые слова: мембрана; обратный осмос; очистка; фильтр; исходная вода.

На сегодняшний день проблемы водоочистки и нехватка водных ресурсов имеют большое значение для жизнедеятельности человека. Технологии очистки воды до получения высокого качества со временем улучшались: начиная с грубой механической фильтрации, мы постепенно пришли к химической очистке и дистилляции.

Для проведения процессов разделения (очистки) промышленных стоков применяют такие традиционные методы, как перегонку, ректификацию, экстракцию, выпаривание и т. д. Эти методы характеризуются сложностью и тяжелым оборудованием, большой металлоемкостью и энергоемкостью, использованием в ряде способов веществ-поглотителей, требующих постоянной регенерации.

Технология обратного осмоса – это наиболее современный метод. Основан на свободном пропускании воды полупроницаемыми мембранами, которые задерживают от 90 до 99 % гидратированных ионов солей, а также другие органические и минеральные растворенные соединения, коллоидные примеси, бактерии и вирусы [1]. В результате образуются пермеат – очищенная вода и концентрат – раствор, с загрязняющими веществами. Исходная вода, поступающая на установку обратного осмоса, по нескольким характеристикам должна быть значительно чище питьевой. Различие требований показано в табл. 1.

Области применения системы обратного осмоса:

1. Опреснение воды.
2. Комбинация процессов обратного осмоса и ультрафильтрации.
3. Получение воды, пригодной для медицины, фармацевтики, микроэлектроники и других отраслей с помощью применения ионного обмена с обратным осмосом.
4. В отдельных случаях для очистки сточных вод для оборотного водоснабжения.

Таблица 1. Требования к показателям питьевой и исходной воды

Показатель	Питьевая вода	Исходная вода для обратного осмоса
Коллоидные примеси	Не нормируются	Коллоидный индекс не более 5
Показатель	Питьевая вода	Исходная вода для обратного осмоса
Мутность, мг/л	Не более 1,5	Не более 1,0
Железо, мг/л	Не более 0,3	Не более 0,1
Марганец, мг/л	Не более 0,1	Не более 0,05
Свободный хлор, мг/л	0,3–0,5	Не более 0,1
Жесткость, мг-экв/л	Не более 7	Не более 0,3*

Наиболее распространенными направлениями являются: дистилляция и получение очищенной воды для промышленных предприятий: ТЭЦ, котельные, химическая, пищевая промышленность [2, 3].

Внешние факторы, а именно показатели исходной воды, представленные в табл. 2, оказывают сильное влияние на эффективность очистки. Мембранная технология обратного осмоса предполагает почти полное исключение механических примесей в исходной жидкости. Промышленная очистка воды в данном случае неэффективна, т. к. при транспортировке воды по трубопроводам в нее попадают посторонние частицы. Поэтому на входе в мембранный блок в систему обратного осмоса обязательно включают фильтры предварительной обработки: грубой и тонкой очистки, а также для сбора органических веществ сорбционные фильтры (рис. 1).

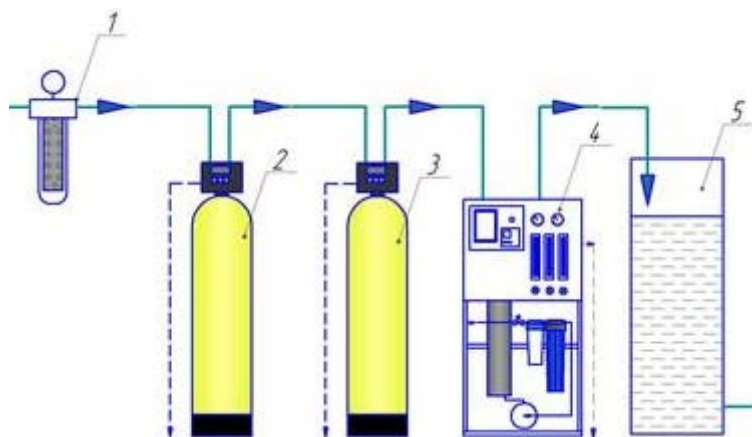


Рис. 1. Схема предварительной очистки исходной воды: 1 – механический фильтр; 2 – фильтр-обезжелезиватель (осветлитель); 3 – сорбционный фильтр; 4 – установка обратного осмоса; 5 – емкость для очищенной воды

Для грубой очистки применяются сетчатые фильтры, чтобы защитить оборудование системы от попадания крупных твердых частиц. Напорные фильтры с зернистой загрузкой используются для тонкой очистки, они эффективно задерживают нерастворенные мелкие частицы, что позволяет значительно снизить нагрузку на мембраны, обусловленную загрязнением коллоидными примесями. Для сбора органических веществ используются сорбционные фильтры с загрузкой из активированного угля. Данный вид фильтра позволяет

улучшить органолептические показатели качества исходной воды, оставляя на поверхности загрузки нежелательные примеси [4–6].

В некоторых случаях предусматриваются ультрафильтрация (рис. 2), система обезжелезивания и осветления. В случае отказа от предварительной очистки исходной воды, мембраны, находящиеся в работе, скоро забиваются, уменьшая результативность процесса обратного осмоса [7].

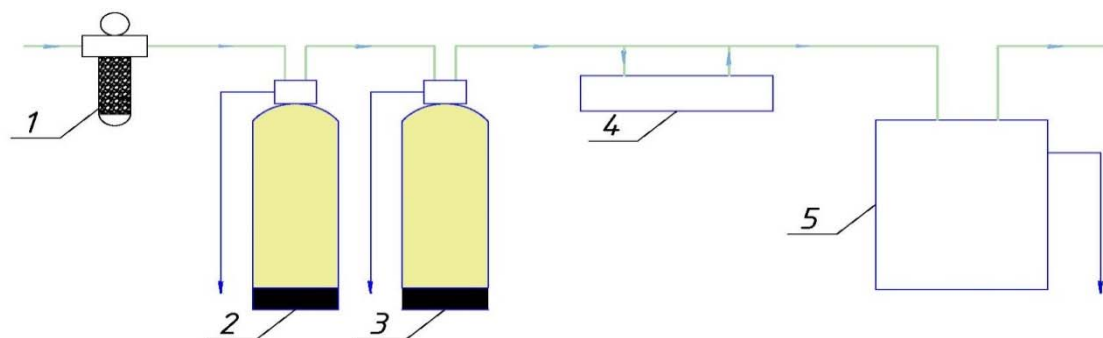


Рис. 2. Схема предварительной очистки исходной воды с ультрафильтрацией: 1 – механический фильтр; 2 – фильтр-обезжелезиватель (осветлитель); 3 – сорбционный фильтр; 4 – ультрафильтрация; 5 – установка обратного осмоса

В настоящее время каждое отдельное производство или индивидуальный потребитель нуждаются в получении воды определенного качества. Обратный осмос является наиболее эффективным и распространенным среди существующих методов очистки воды. Данный способ отличается от других простотой в проектировании и эксплуатации, имеет низкие требования к обслуживанию и носит модульный характер [10]. Однако успех обратноосмотической системы зависит от эффективности предварительной обработки исходной воды, которая включает в себя 3 ступени: грубой и тонкой очистки, а так же сбор органических веществ, осуществляемый сорбционными фильтрами (табл. 2).

Таблица 2. Влияние показателей исходной воды на обратноосмотическую систему

Показатели	Влияние	Способы устранения
Давление	В случае снижения давления до 3 атм. и ниже наблюдается упадок скорости фильтрации. Вода, поступающая в огромном количестве, будет загрязнять фильтры, что скажется на объеме воды на выходе	В начале системы предусмотреть насос, который будет возмещать потерю давления
Температура	При увеличении температуры исходной воды ее плотность уменьшается, что улучшает пропускаемость через мембрану обратного осмоса	Предварительный подогрев исходной воды

Показатели	Влияние	Способы устранения
Химический состав исходной воды	Большое количество различных примесей и ионов хлора загрязняет предварительные фильтры, в связи с этим мембраны обратного осмоса быстро изнашиваются, следовательно, продуктивность очистки исходной воды падает [8]	Своевременная замена фильтров
Кислотность среды	Через мембраны обратного осмоса вместе с очищенной водой проходят ионы водорода, что вызывает повышение кислотности воды	Необходимо предусмотреть вместе с фильтром рН-корректор, который обеспечивает воде антиоксидантные свойства
Растворенный углекислый газ	Сквозь мембраны обратного осмоса проходит углекислый газ, тем самым увеличивается его концентрация в очищенной воде, что может вызвать снижением ресурса ионообменного фильтра смешанного действия [9]	Необходимо предусмотреть удаление углекислого газа методом подщелачивания воды, при котором CO_2 переходит в HCO_3 , и удаляется на ячейках мембран, как любой другой ион

Таким образом, результат очистки воды методом обратного осмоса зависит не только от качества мембран, но и от предварительной подготовки исходной воды перед подачей в данную систему.

Список литературы

1. Брок, Т. Мембранная фильтрация / пер. с англ. – Москва, 1987. – 464 с.
2. Дытнерский, Ю. И. Баромембранные процессы. Теория и расчет. – Москва, 1986. – 272 с.
3. Карелин, Ф. Н. Обессоливание воды обратным осмосом. – Москва, 1988. – 208 с.
4. Обработка воды обратным осмосом / А. А. Ясминов, А. К. Орлов, Ф. Н. Карелин [и др.]. – Москва, 1978. – 122 с.
5. Лазарев, С. И. Научные основы электрохимических и баромембранных методов очистки, выделения и получения органических веществ из промышленных стоков : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тамбов, 2001. – 301 с.
6. Дытнерский, Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – Москва, 1978. – 352 с.
7. Дытнерский, Ю. И. Мембранные процессы разделения жидких смесей. – Москва, 1975. – 252 с.
8. Фарносова, Е. Н. Разработка комбинированной технологии очистки вод от тяжелых металлов с использованием мембранных методов : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2011. – 59 с.

9. *Анисимов, С. И.* Технико-экономическая оптимизация систем водоподготовки на основе обратного осмоса : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2018. – 85 с.

10. *Ландырев, А. М.* Повышение эффективности работы микропористой мембраны в системах водоподготовки промышленных предприятий : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2017. – 43 с.

Трансформация вуза на базе концепции «умный университет»

Приводятся сведения о росте популярности международного образования, рассматриваются проблемы, связанные с инфраструктурой вузов. Это делается для достижения высокого уровня интернационализации. Описывается «умный университет» как автоматизированный процесс, направленный на повышение производительности и качества труда преподавателей и студентов. Изложен план внедрения технологий в Ижевском государственном техническом университете имени М. Т. Калашникова с целью увеличения привлекательности международного обмена.

Ключевые слова: иностранные студенты; повышение привлекательности вуза; образование за рубежом; интернационализация; концепция «умный университет».

На данный момент самый всезнающий атрибут, где студенты получают знания, – это университет. Сколько бы времени люди ни жили, они всегда учатся. В нашем современном мире образование – это фундаментальный фактор становления личности. Это означает, что люди во всем мире должны уделять внимание образованию в университетах. Образование включает в себя не только процесс обучения, но и внутреннее наполнение вуза, т. е. его инфраструктуру. Людям важно чувствовать комфорт в момент обучения, т. к. именно это состояние является основным процессом в желании приобретать знания и становиться высококвалифицированным работником.

В современном мире в области образования быстрыми темпами набирает популярность международный обмен студентами. Иностранцы делают выбор университетов исходя из международного признания дипломов, наличия стажировок, особых образовательных программ и, безусловно, из оснащенности. Наличие последнего фактора облегчит процесс адаптации иностранца в университете и в другой стране.

Интернационализация вузов, без сомнения, важна, т. к. это один из главных факторов межличностных коммуникаций, обогащения культурных взаимоотношений, контактов, привлечения в национальную экономику талантливых людей, которые могут внести колоссальный вклад в ее развитие. Если подобный международный контакт будет существовать, то возникнет единая транснациональная академическая среда, в которой университеты разных стран совместно смогут генерировать различные предложения и заниматься научной деятельностью [1]. Абитуриенты, студенты и преподаватели станут мобильными, т. е. им станет легче совершенствовать знания. Тем самым повысится качество обучения и преподавания, а научная планка будет бесконечно стремиться вверх.

На основе статистики, 237,5 тысяч человек – это общая численность иностранных студентов в России (5 % всех студентов в стране). На данный момент большего всего интересующихся образованием в нашей стране являются страны бывшего СССР: 79 % приехали из ближнего зарубежья. Казахстан (поставщик 36 % учащихся), как ни удивительно, занял лидирующую позицию; 11 % студентов из Узбекистана и Украины заявили, что считают Россию родиной для образования. Каждый пятый иностранный студент в Российской Федерации родом из дальнего зарубежья; 57 % из них – студенты из Азии (а половина учащихся этой группы – из Китая). Кроме этого, в образовании заинтересованы страны Африки и Ближнего Востока [2].

К 2024 г. число иностранцев, обучающихся в российских вузах, должно возрасти до 425 тыс. человек. По данным Министерства образования и науки, для достижения цели необходимо развивать инфраструктуру, увеличивать востребованность и конкурентоспособность российского образования, а также поддерживать экспорт образовательных услуг. В вузах происходят процессы по улучшению англоязычных программ и обмену студентами между университетами по всему миру [2].

В России сейчас существует долгосрочная цель – преобразование университетов в ближайшие пять лет и в будущем – присвоение титула лучших поставщиков высококвалифицированных специалистов в мире. Не удивительно, что международная интеграция университетов ежедневно увеличивается. По данным статистики, 75 % вузов уже имеют или разрабатывают стратегию интернационализации. В 16 % университетов международное партнерство обозначено в качестве одного из приоритетов общей стратегии развития. Нам стоит уделять внимание стандартам европейских университетов. Большинство из них уже имеют разработанную стратегию, а 61 % уже успешно применяет ее [1].

Уровень цифровых технологий в нашем мире очень разный, а особенно ярко он отличается в России. У вузов возникает тенденция в трансформациях, но только для того, чтобы стать конкурентоспособными. В России нет единых стандартов инфраструктур, и это на высоком уровне препятствует развитию [3]. Однако во многих вузах эффективность обучения должна возрасти, если будут введены хотя бы небольшие разработки концепции «умный университет». Многие города заинтересованы в цифровизации экономики, поэтому университеты должны быть напрямую связаны с этим процессом.

Концепция «умный университет» должна содержать в себе:

- легкость в интерактивном доступе;
- адаптацию и индивидуализацию обучения;
- свободный доступ к учебной информации по всему миру.

На основе опыта зарубежных стран можно отметить несколько базисных факторов, которые помогут реализовать данную стратегию. Они заключаются в самоуправлении, мотивации, гибкости, наличии ресурсов, технологичности.

Введение данной политики в Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова с целью увеличения привлекательности международного обмена будет решением насущных вопросов в области интер-

национализации. Подходить к ней необходимо очень ответственно, т. к. умная инфраструктура вуза многогранна и охватывает как управление материально-техническим комплексом, так образовательной деятельностью и вспомогательными процессами.

Анализируя инфраструктуру нашего вуза, мы пришли к выводу о том, что на данный момент для иностранцев не создано достаточного количества условий для обучения. Пребывание в иностранном университете само по себе является стрессовой ситуацией, а адаптация – один из самых сложных процессов в социализации, поэтому мы должны реализовать всевозможные процессы внутри университета, чтобы сделать адаптацию комфортной и быстрой.

Обратимся к рассмотрению некоторых начальных мероприятий, которые уже можно провести в рамках Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова. Проведя несколько исследований, было установлено, что сложности начинаются уже с самых простых вещей. Если мы умышленно пройдем по коридорам вуза, то заметим, что все опознавательные знаки, таблицы, планы эвакуаций, указатели на дверях представлены только на одном языке – русском. У иностранных студентов от количества непонятной им информации возникает дезориентация и постоянная потребность кого-то спросить. Данная проблема имеет достаточно простое решение, которое, с одной стороны, уже принято в других инфраструктурах – представление информации на любом носителе, как минимум, на двух языках (государственный и международный). Кроме этого, выдвинута идея создания инновационных указателей с помощью «линзовидной живописи». Данный формат опознавательных знаков будет представлять объемную запись/изображение на определенном виде холста, где мы сможем видеть иллюзию. Она будет заключаться в отображении одной и той же записи как на русском, так и на английском языках, но увидеть каждую запись можно будет при просмотре с разных углов обзора. К примеру, с правой стороны мы будем видеть только английскую голографию текста, а с левой – в русском варианте. На наш взгляд, это решит не только проблему дезориентации иностранца, но и придаст различного рода указательным знакам инновационный и красивый вид.

Очень разумным будет применение *QR*-кодов, к примеру, на дверях в аудиториях, на местах размещения информации. Несмотря на то что *QR*-коды изначально использовались для учета деталей в машиностроении, сейчас они используются как для различных видов систем учета, так и для быстрой доставки информации пользователям на их девайсы. *QR*-коды могут хранить любую информацию: текст различных форматов, электронные адреса, номера, гипертекстовые ссылки и многие другие функционалы. Система *QR*-кодов стала популярной в нашем веке, а создание и приобретение такого кода – доступным для всех. Такое новшество решит проблему иностранцев в правильном понимании изложенной информации.

Следующее мероприятие – создание официального приложения на английском языке. Создать для университетов систему, в которой студенты и преподаватели смогут коммуницировать в отдельном *локальном университете*.

В этой системе будет возможность выполнять огромное количество мероприятий: голосовать за идеи и предложения, после чего наибольшее количество голосов будет отправлено в деканат для дальнейшего решения; быстрое информирование и рассылка; контакт с деканатом по поводу личных вопросов; осведомление о мероприятиях; размещение баллов и оценок. Последние исследования и мировые тенденции в образовании делают акцент на то, что мы должны развиваться в области образовательных технологий. В мире существуют специальные конференции по этому вопросу, участники которой заинтересованы во внедрении их проектов в действующие институты. К примеру, *EdCrunch* – это одна из крупнейших в Европе конференций в области новых образовательных технологий [4]. На данном этапе идеей создания подобного продукта можно заинтересовать студентов, которые обучаются в нашем вузе. Таким образом, это станет интересно и желанно для всех, поэтому идеи о внутреннем наполнении могут корректироваться самими студентами. За основу можем взять разработки *Mastercard* [5] или *Brainware* [6]. Программирование не будет заключать в себе сложные процессы, как это кажется на первый взгляд. К сожалению, количество людей, владеющих языком не ниже B1, совсем малое количество, поэтому приложение будет работать только на английском языке, т. к. целью является не только введение смарт-системы для иностранцев, но и повышение знания английского языка среди студентов нашего университета.

Предложенные действия являются фундаментальным началом развития в нашем вузе концепции «умного университета» и привлечения не только иностранных обучающихся, но и обучающихся из нашей страны.

Перед всеми университетами, которые имеют желание сохранить свои позиции на глобальном рынке образования, стоит задача вхождения в международное научно-образовательное пространство. Если мы приведем статистику *QS World University Ranking*, то увидим, что критерии оценивают степень глобализации университета в количестве иностранных студентов и преподавателей. Рейтинг *THE* учитывает долю иностранных студентов, долю иностранных преподавателей и количество статей, опубликованных в соавторстве с зарубежными исследовательскими группами. Тренды по глобализации наглядно подтверждаются статистическими данными по динамике численности международных студентов. Динамика по странам ОЭСР демонстрирует ежегодный рост численности иностранных студентов. К сожалению, на данный момент страны с высоким качеством обучения, такие как США и Великобритания, остаются привлекательными для иностранных студентов больше, чем университеты в России, но мы в перспективе можем добиться подобного уровня [7].

Каждый университет, независимо от выбранной стратегии, должен пройти цифровую трансформацию. При таком понимании инновационная инфраструктура не заключается только в создании технопарков, инновационно-технологических и научно-производственных центров. Это отобранные кадры, которым предстоит определять будущий облик университета; это площадка, на которой создаются и практикуются до идеального состояния новые процедуры и правила жизни вуза. Это определенный комплекс информационно-

коммуникационных, материально-технических и культурологических факторов, формирующих достойный облик вуза для любого человека.

Список литературы

1. Научно-образовательный портал IQ: стажировки должны стать доступнее // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» : сайт. – URL: <https://iq.hse.ru/news/177666581.html> (дата обращения: 20.11.2020).
2. Научно-образовательный портал IQ: какие вузы привлекают студентов-иностранцев // Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» : сайт. – URL: <https://iq.hse.ru/news/187164580.html> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Новая реальность образования: что такое цифровой университет сегодня // РИА «Новости». Навигатор абитуриента : сайт. – URL: <https://na.ria.ru/20190722/1556704299.html> (дата обращения: 20.11.2020).
4. Трек «Цифровой университет» // ED.CRUNCH. Глобальная конференция по технологиям в образовании : сайт. – URL: <https://2018.edcrunch.ru/about/> (дата обращения: 20.11.2020).
5. Умный университет / Pikabu : сайт. – URL: https://pikabu.ru/story/umnyiy_universitet_4548247 (дата обращения: 20.11.2020).
6. Brainware Intelligent Capture // Hyland : сайт. – URL: <https://www.hyland.com/en/platform/product-suite/brainware> (дата обращения: 20.11.2020).
7. Цифровой университет: применение цифровых технологий в современных образовательных учреждениях // it.Week. Цифровая трансформация : сайт. – URL: <https://www.itweek.ru/digitalization/article/detail.php?ID=192831> (дата обращения: 20.11.2020).

Аддитивное производство бетона в строительстве: проблемы и возможности при 3D-печати бетоном

Рассматриваются преимущества и недостатки, которые могут возникнуть в ходе аддитивного производства бетона в области строительства. Раскрыт потенциал бетона при 3D-печати, рассмотрена геометрия, структурные характеристики 3D-печати бетоном, траектория движения инструмента и укладка филамента. Описаны экспериментальные исследования и рассмотрена эволюция данного метода.

Ключевые слова: аддитивное производство; 3D-печать бетона; технология печати; строительство; бетон.

Введение

Аддитивное производство получает все большее распространение в строительной отрасли. Потенциал для улучшения существующих методов строительства является значительным. Одним из таких методов, изучаемых в настоящее время, как в научных кругах, так и в строительной практике, является аддитивное производство бетона. Несмотря на постоянно растущее число исследователей, работающих в этой области, аддитивное производство бетона все еще находится на ранней стадии развития. Постоянно разрабатываются и совершенствуются различные варианты в семействе методов производства, изучается фундаментальное научное понимание отношений между дизайном, проектированием, материалом, процессом и изучением продукта.

В данной статье описан потенциал аддитивного производства бетона для строительства, представлены варианты такого производства, разрабатываемые по всему миру. Этот метод сравнивался с другими методами аддитивного производства бетона, а также с 3D-печатью в целом.

Потенциал аддитивного производства бетона

Бетон является наиболее используемым строительным материалом в мире. Сырье отличается низкой стоимостью и доступностью.

Структурный железобетон или предварительно напряженный бетон производится в ограниченном количестве видов. Как правило, он отливается в предварительно сконструированную форму, в которой устанавливается стальная арматура. Этот метод применяется на объекте строительства и за его пределами. Он требует трудозатрат для изготовления пресс-формы и позиционирования арматуры. Другим способом изготовления является экструзия. Экструзионный бетон требует быстрого схватывания и низкой осадки, т. к. материал не поддерживается после выхода из формы.

Несмотря на преимущества бетона конструкционного материала, он также имеет недостатки. На производство бетона приходится значительный процент мирового выброса углекислого газа (цементная промышленность подсчитала, что на производство цемента приходится 5 % мирового выброса углекислого газа, по данным на 2018 г.). Введение цемент-заменителей уменьшило средний показатель выброса, однако он по-прежнему остается высоким. Поскольку бетонное сырье дешевое, то не стимулирует экономное использование и так затрудняется сокращение выбросов [1].

Одна из основных проблем связана с трудозатратами как на этапе монтажа пресс-форм, так и при установке арматуры, особенно при изготовлении сложных геометрических форм. Это приводит к проблемам со здоровьем у строителей.

Следующая проблема – это использование материалов: необходимость их изготовления и низкая стоимость сырья препятствуют структурно-оптимизированной геометрии и скорее способствуют геометрической простоте, чем оптимальному использованию материала.

Новые методы аддитивного производства, такие как трехмерная печать, изучаются с середины 1990-х годов. Они обладают потенциалом для решения приведенных проблем. Поскольку печатающая головка формирует полную структуру, то возможна реализация индивидуального подхода, который определит состав и количество печатного материала, параметрически варьирующегося от одного участка к другому, в соответствии с требованиями.

Бетонная трехмерная печать

Бетон смешивается с водой и закачивается в шланг с помощью смесительного насоса, расположенного на боковой стороне установки. Шланг соединен с головкой принтера, расположенной на конце вертикального рычага портального робота, контролирующего движение, обслуживающего область печати площадью $9 \times 4,5 \times 2,8$ м. Под давлением насоса бетон направляется к головке принтера. Элемент, состоящий из нескольких частей, позволяет печатать бетон в нужном месте, с желаемой скоростью и под желаемым углом. Концевой частью головки принтера является сопло – полый стальной элемент с обозначенным участком, из которого выходит бетонная нить и откладывается на поверхности печати.

В ходе экспериментов исследователей было опробовано несколько отверстий сопла. Первоначально использовалось круглое отверстие диаметром 25 мм. Однако полученную круглую нить сложнее сложить. Затем использовали квадратное сечение размером 25×25 мм. Это повышает возможность сборки, требует специального программирования перемещения головки принтера таким образом, чтобы ориентация сопла всегда оставалась касательной к траектории инструмента (рис. 1).

В противном случае, произойдет скручивание нити, хотя это также может быть принято как естественное свойство печатного бетона. В настоящее время обычно используется отверстие размером 40×10 мм.

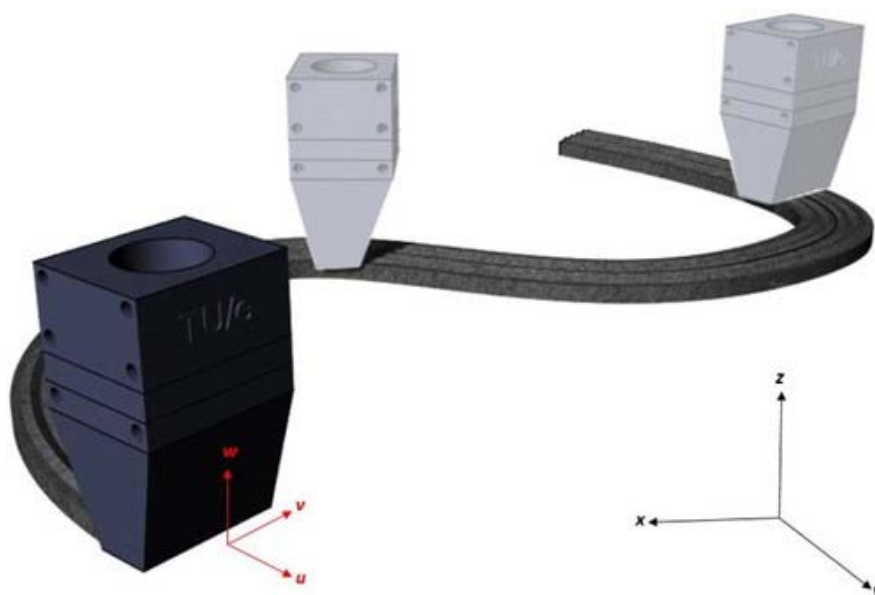


Рис. 1. Положение сопла к траектории инструмента [1]

Определение работоспособной скорости печатающей головки по умолчанию и частоты насоса было результатом программы тестирования чувствительности параметров. Эти три параметра тесно взаимосвязаны и зависят от вязкости бетона (которая зависит от состава бетонной смеси и соотношения воды и цемента). На данный момент поддерживается линейная скорость печати по умолчанию 100 мм/с и давление насоса 1–3 МПа. В углах скорость и частота уменьшаются в зависимости от радиуса кривой.

Высота печатающей головки над поверхностью печати оказывает существенное влияние на геометрию и свойства печатаемого изделия. Высота плоской нижней стороны печатающей головки равна ширине отверстия сопла. Это приводит к относительно предсказуемой печатной нити, сечение которой практически равно отверстию сопла. На результат печати можно повлиять, вдавив печатающую головку в печатаемый продукт.

Для исследования новых методов в области трехмерной печати исследователь Вебер Бимикс разработал специальную бетонную смесь, в ее состав входит: портландцемент; кремнистый заполнитель с оптимизированным распределением частиц по размерам и максимальным размером частиц 1 мм; известняковый наполнитель и специальные добавки для облегчения перекачки; модификаторы реологии для получения тиксотропного поведения свежего раствора; небольшое количество полипропиленовых волокон для уменьшения образования трещин вследствие раннего высыхания.

Производительность строительного раствора в отношении развития прочности и скорости развития прочности может быть отрегулирована путем добавления ускорителей и/или путем изменения соотношения портландцемента и известнякового наполнителя. Применяемый в настоящее время строительный раствор достигает 28-дневной прочности на сжатие порядка 30 Н/мм² и 28-дневной прочности на изгиб около 5 Н/мм².

Длительное время схватывания сохраняет химически активную поверхность для образования границ раздела между слоями, поведение которых близко к объемному материалу без значительной зависимости временного интервала между последующими слоями. Это шадит систему, поскольку она не засоряет элементы, когда происходят сбои.

В исследовании методов трехмерной печати бетоном было сделано предположение, что существует взаимосвязь между дизайном, материалом, процессом печати и продуктом. Для контроля трехмерной печати бетоном в качестве производственного метода было предложено использовать параметрическое ассоциативное моделирование для количественной оценки этих зависимостей и для настройки, например, параметров процесса печати, а также для печати конкретных форм, получения постоянного качества и свойств печатной продукции [1, 2]. Однако во время экспериментов был обнаружен ряд недостатков используемой в настоящее время строительной смеси.

Важным следствием выбранных свойств бетона является то, что он находится в своем состоянии предварительной настройки на время печати. В результате способность к наращиванию слоев ограничена, т. к. она зависит от относительно низкой жесткости и прочности напечатанной нити. Другое наблюдение состоит в том, что последовательность нити во время сеанса печати может изменяться, а волокно временно повреждается в полостях.

Неправильная консистенция, возникающая уже в смесительном резервуаре, также может быть причиной сегрегации. Отсутствие комкования смеси не позволяет вновь заполнять такие полости текучим бетоном.

Вертикальная укладка нити

Основным методом создания трехмерных объектов с помощью контурной обработки является вертикальная укладка слоев нити накала. Простая прямая укладка усложняется спадом, временем схватывания и поведением бетона. Слои под текущим напечатанным слоем на момент печати не успевают затвердеть. Каждый из этих слоев имеет различную жесткость и прочность.

Укладка определяется эффективной жесткостью комбинированных слоев, а не их прочностью. Стабильность определяется свойствами материала и трехмерной геометрией, которая может улучшиться по сравнению с 2D [3].

Уложенные слои можно считать достаточно жесткими и прочными, чтобы их можно было укладывать далеко за пределы размеров принтеров. Некоторые 3D-принтеры, такие как *CyBe*, преуспели в достижении свойств между спадом, временем установки и поведением потока, исключая количество максимальных слоев. Чтобы увеличить геометрическое разнообразие, слои можно укладывать нецентрально друг над другом. В двухмерном рассмотрении верхний предел консольного хода определяется смещением точки тяжести за пределы опор, но фактический предел значительно ниже. Трехмерные геометрические ограничения могут быть использованы для устранения проблем стабильности и для создания секций.

Особой точкой в геометрии сложенного слоя является переход между слоями. Возможны несколько стратегий (рис. 2).

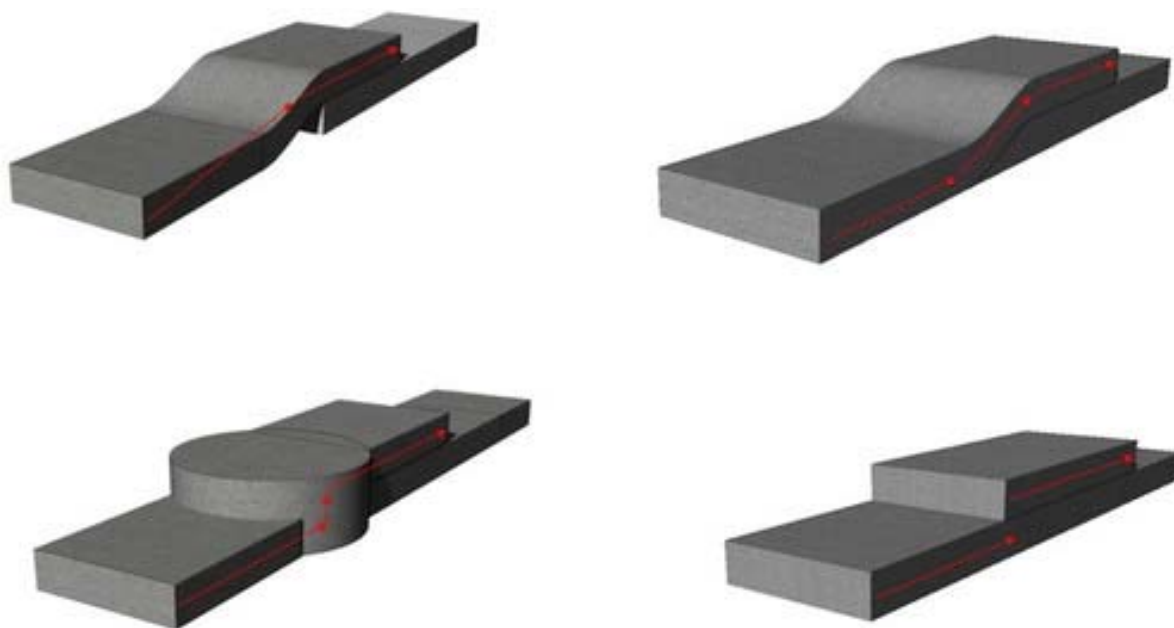


Рис. 2. Инструмент стратегии пути для перехода [1]

В *первой стратегии* печатающая головка постепенно перемещается вверх от поверхности печати, движение вверх равномерно распределяется по большей части плоскости. Так, высота падения нити накала неоптимальна на большей длине нити. *Вторая стратегия* – постепенное перемещение печатающей головки. *Третья стратегия* включает локальное смещение вдоль оси без движения [3, 4]. Это приводит к осаждению материала в данной области.

Механизм прерывания позволит печатать один слой, временно останавливать и перемещать печатающую головку вдоль оси, прежде чем продолжить следующий слой. Теоретически это дало бы в результате гладкую поверхность.

Горизонтальное расположение нити накала

Геометрии с более чем одной толщиной филамента в определенном направлении могут быть созданы путем печати филаментов рядом друг с другом. Когда используется квадратная или прямоугольная нить, это может привести к образованию сплошных участков. Круговая нить с недостаточным расходом воздуха может вызвать пустоты между нитями рядом друг с другом. Горизонтальные слои также могут быть спрессованы друг с другом. Это должно оказать благоприятное влияние на уплотнение и адгезию. Схемы спрессованных слоев показаны на рис. 3.

Экспериментальные исследования

В 3D-печати дизайн, материал, процесс и продукт тесно взаимосвязаны. При трехмерной печати бетономэта взаимозависимость более выражена. Медленная реакция схватывания в напечатанном бетоне приводит к взаимодействию с применяемыми параметрами и стратегией печати, такими как: скорость печати, давление насоса, укладка нитей и т. д. Сам по себе бетон не является фиксированным материалом, но может иметь широкий спектр композиций, которые могут быть подходящими в отношении процесса печати и требуемых эксплуатационных свойств конечного продукта.

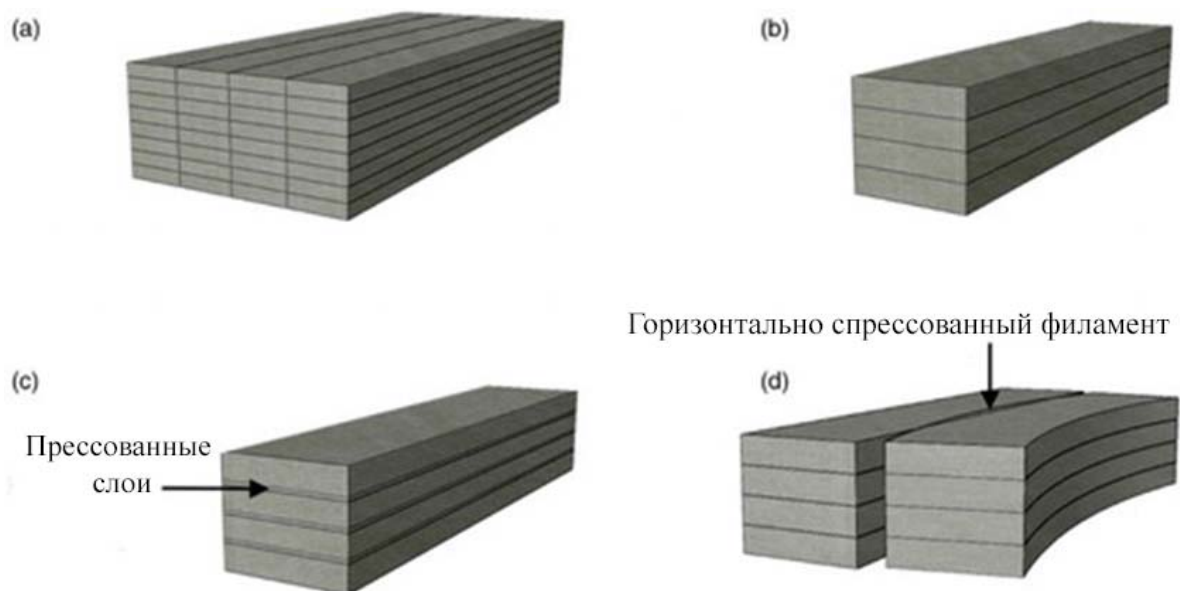


Рис. 3. Интерфейсы и стекирование [2]

Таким образом, дизайн продукта влияет на свойства начального и конечного продукта или параметры процесса и материала должны быть скорректированы, чтобы избежать этого.

Качество начального и затвердевшего бетона зависит не только от химической реакции, но и от физического уплотнения. В обычных бетонных применениях уплотнение достигается либо за счет вибрации после литья, либо за счет использования самоуплотняющегося бетона. В новых методах трехмерной печати бетоном ни то, ни другое невозможно. Отсутствие спада и самосожжения являются противоречивыми целями. Чтобы получить значительное уплотнение, необходимо принять уровень спада, или бетонная смесь должна быть переработана.

Исследовательская группа Технологического Университета Эйндховена применила одноосные испытания на укладку плит и позже представила более контролируемый метод приложения одноосных нагрузок к цилиндрам из свежего бетона.

Записанные коэффициенты Пуассона и внутренние углы трения были использованы для разработки модели материала Друкера – Прагера, предполагая, что предварительно установленный бетон является твердым материалом с поведением пластического разрушения.

Модель Друкера – Прагера действительна только для одного состояния гидростатического напряжения. Однако для существующих методов, используемых в инженерии грунтов, подготовка образца занимает более 10 мин, в то время как период времени до 10 мин является наиболее подходящим для трехмерного печатного бетона.

В качестве альтернативы исследователи Университета Лафборо рассматривали предварительно установленный бетон как жидкость Бингама и проводили испытания на сдвиговые лопасти для получения реологических параметров, чтобы получить полную модель жидкости Бингама.

Подход Друкера – Прагера для пластичного твердого тела и подход Бингама для пластичного флюида применяются для анализа предварительно установленного бетона. Какой подход является подходящим, зависит от цели анализа и от конкретной анализируемой бетонной смеси.

Структурная безопасность

Компания *HuaShang Tengda* применяет метод установки стальной рамы на месте и печати вокруг нее. Проекты компании *Total Kustom* в основном полагаются на сжимающие силы для преодоления необходимости применения пластичных растяжимых материалов [4].

Более подходящий подход может заключаться в разработке армированного волокнами печатного бетона с достаточной пластичностью и прочностью на растяжение. Две основные проблемы связаны с применением армирования волокон в методах трехмерной печати бетоном – это равномерное нанесение в бетон волокон 1–3 % по объему, что может привести к засорению и неравномерному распределению; обеспечение эффективности волокон через границы интерфейса [4, 5].

Эволюция метода

Новые методы трехмерной печати представляют потенциал для строительной отрасли, но не ясно, как мы увидим их применение на практике. Что касается оптимизации производства в сравнении с оптимизацией производительности, одно из направлений направлено на разработку новых методов трехмерной печати бетоном для традиционного строительства. Этот выбор нацелен на использование местных дешевых материалов и оптимизацию метода производства с точки зрения скорости и стоимости.

Дополнительная оболочка может быть применена для достижения достаточной производительности, учитывая тот факт, что применение строительных лесов в современном строительстве составляет достаточно высокий процент от стоимости строительства бетона. В качестве альтернативы можно было бы сделать выбор в пользу высокого качества печатной продукции. Должна быть разработана полная настраиваемость как формы, так и печатного материала для каждого местоположения. Техника может быть разработана в качестве альтернативы бетоносмесителям и устройствам для нанесения, которые используются на строительных площадках, или в качестве следующего шага в сборной промышленности, где она может работать вместе с другими принтерами, которые могут добавлять другие функции к продуктам, таким как двери и оконные рамы [5].

Исследовательская группа Университета Эйднховена занимается оптимизацией производительности. Цель – разработать так называемый «цветной» принтер. В этом случае «цвет» следует понимать как метафору для технологии 3D-печати в строительстве, которая может регулировать материал в зависимости от местоположения и свойств.

Так, в одной точке принтер будет наносить конструкционный бетон, изолировать бетон в другой, далее – на самоочищающийся бетон и т. д. Тот факт, что головка принтера проходит по каждому месту в полной конструкции, делает это осуществимым.

Выводы

Новые методы трехмерной печати бетоном были представлены как многообещающее семейство методов для решения задач, стоящих сегодня перед бетонным строительством, а также для открытия новых возможностей проектирования. Различные варианты были проанализированы и сравнены между собой. Таким образом, в ходе работы введены геометрические и структурные характеристики, обусловленные составом из линейной непрерывной нити, были определены области исследований и разработок, позволяющие применять их на практике, рассмотрены перспективы развития.

Список литературы

1. Additive manufacturing of concrete in construction: potentials and challenges of 3D - concrete printing / F. Bos, R. Wolfs, Z. Ahmed, T. Salet // Department of the Built Environment, Eindhoven University of Technology. – The Netherlands, 2016. Taylor & Francis journal. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452759.2016.1209867> (дата обращения: 24.06.2020).
2. Ductility of 3D printed concrete reinforced with short straight steel fibers / F. Bos, R. Wolfs, Z. Ahmed, T. Salet // Department of the Built Environment Eindhoven University of Technology, Eindhoven. – The Netherlands., 2016. Taylor & Francis journal. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17452759.2018.1548069> (дата обращения: 24.06.2020).
3. Мухаметрахимов, Р. Х. Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с применением строительного трехмерного принтера / Р. Х. Мухаметрахимов, И. М. Вахитов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета – 2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/additivnaya-tehnologiya-vozvedeniya-zdaniy-i-sooruzheniy-s-primeneniem-stroitel'nogo-3d-printera> (дата обращения: 24.06.2020).
4. Мустафин, Н. Ш. Новейшие технологии в строительстве. 3D-принтер / Н. Ш. Мустафин, А. А. Барышников // Региональное развитие. – 2017. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/noveyshie-tehnologii-v-stroitelstve-3d-printer> (дата обращения: 24.06.2020).
5. Серков, А. И. Развитие технологии трехмерной печати в области строительства // Региональное развитие. – 2019. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/noveyshie-tehnologii-v-stroitelstve-3d-printer> (дата обращения: 24.06.2020).

Новая конструкция электромеханического стояночного тормоза автотранспортных средств

В статье рассмотрена возможность повышения эксплуатационных свойств автотранспортного средства путем применения в конструкции электромеханического привода стояночной тормозной системы, которую можно применять на различных типах автотранспортных средств, включая малотоннажные грузовые и легковые автомобили, без изменения конструкции исполнительных механизмов тормозной системы. Представлена конструктивная схема электромеханического привода, а также результаты экспериментального исследования опытного электромеханического привода на реальной транспортной машине – на электротележке.

Ключевые слова: тормозные свойства; тормозная система, стояночный тормоз, электромеханический привод, опытный образец, электротележка.

У каждого автотранспортного средства (АТС) в конструкции тормозной системы имеется совокупность частей, обеспечивающих неподвижность машины во время ее стоянки на спуске и подъеме, которые образуют систему стояночного торможения. Эта система с помощью механических устройств поддерживает рабочие элементы тормозной системы в заторможенном состоянии [1, 2].

Наиболее распространенными типами тормозов являются фрикционные тормоза, в которых противодействующие движению АТС силы возникают в результате трения вращающихся относительно друг друга фрикционных тел (исполнительный механизм тормозной системы).

В соответствии с терминологией ГОСТ Р 41.13–99 (Правила ЕЭК ООН № 13) «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения» в тормозную систему входят два привода, первый – привод управления, который контролирует функционирование тормозов, и второй – энергетический привод, который обеспечивает контроль и подвод к фрикционным телам энергии. Между фрикционными телами (тормозом) и системами управления находится привод тормозной системы.

В стояночной тормозной системе необходимо реализовать: необходимое усилие в приводе тормозов для обеспечения требуемой фрикционной силы; соответствующий требуемому усилию рабочий ход привода тормозов; компенсацию износа тормозных механизмов в процессе эксплуатации АТС; дублирование работы стояночной тормозной системы при выходе из строя основной (ра-

бочей) тормозной системы; эргономические свойства управления стояночной тормозной системой.

Для решения вышеперечисленных проблем предлагается механические части систем управления и привода тормозов заменить на универсальный электромеханический привод, который создает необходимое усилие на серийных исполнительных механизмах тормозной системы АТС.

На рис. 1 представлена структурная схема электромеханического привода стояночной тормозной системы (ЭМПСТС) АТС.

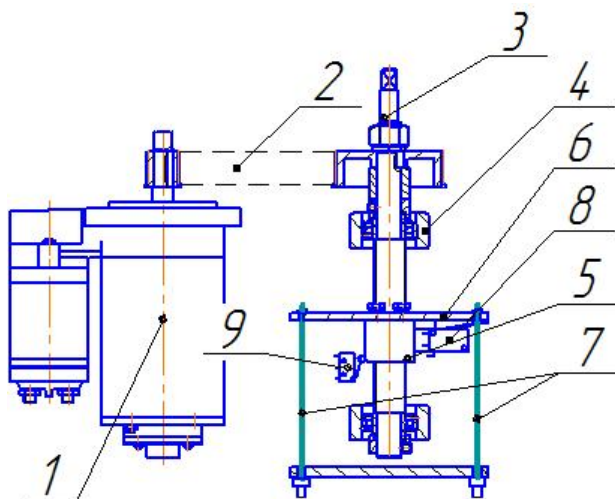


Рис. 1. Структурная схема ЭМПСТС АТС: 1 – электродвигатель; 2 – передача зубчатый ремень (ременная передача); 3 – винт передачи винт-гайка; 4 – подшипник; 5 – гайка передачи винт-гайка; 6 – коромысло; 7 – натяжные тросы тормозных механизмов; 8 – выключатель верхний; 9 – выключатель нижний

Изготовлен опытный образец ЭМПСТС (рис. 2), проведены лабораторные и дорожные испытания опытного исследования в составе электротележки типа ЕТ [3, 4] производства АО «Сарапульский электрогенераторный завод» в соответствии с требованиями ГОСТ 16504–81.



а



б

Рис. 2. Внешний вид опытного образца ЭМПСТС: а – вид со стороны электромеханического привода, б – вид со стороны электрической системы управления

Разработанный ЭМПСТС соответствует требованиям ГОСТ 18962-97 «Машины напольного безрельсового электрифицированного транспорта. Общие технические условия», ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и требованиям Технического задания на разработку ЭМПСТС.

В соответствии с разработанной программой и методикой испытаний проведено: контроль соответствия опытного образца конструкторской документации; проверка работоспособности; проверка удержания машины на уклоне; проверка удержания машины на уклоне при отключенном электропитании; проверка возможности разблокирования тормозных механизмов при отключенном электропитании; испытание на безотказность работы.

Результаты испытаний опытного образца ЭМПСТС в составе электротележки типа ЕТ проведены на специальной испытательной площадке, предназначенной для испытания тормозных свойств транспортных машин, и представлены в таблице.

Экспериментальные исследования опытного образца ЭМПСТС

№	Наименование параметра	Результат	Допуск по техническому заданию
1	Удержание электротележки с грузом 3000 кг на уклоне $(12 \pm 1) \%$ вперед	Удовлетворяет	Удержание не менее 5 минут
2	Удержание электротележки с грузом 3000 кг на уклоне $(12 \pm 1) \%$ назад	Удовлетворяет	Удержание не менее 5 минут
3	Удержание электротележки в снаряженном состоянии на уклоне $(16 \pm 1) \%$ вперед	Удовлетворяет	Удержание не менее 5 минут
4	Удержание электротележки в снаряженном состоянии на уклоне $(16 \pm 1) \%$ назад	Удовлетворяет	Удержание не менее 5 минут
5	Удельная тормозная сила	Удовлетворяет, 0,26	Не менее 0,23
6	Время срабатывания тормозной системы	Удовлетворяет, 0,6 с	Не более 0,8 с

Вывод по результатам испытаний – опытный образец электрической стояночной тормозной системы для электротележек типа ЕТ производства АО «Сарапульский электрогенераторный завод» удовлетворяет требованиям Технического задания.

Особенность конструкции ЭМПСТС заключается в том, что ее работа не требует изменения конструкции исполнительных механизмов тормозной системы АТС, что говорит об универсальности ЭМПСТС и возможности ее использования на различных типах машин, включая малотоннажные грузовые и легковые автомобили.

Список литературы

1. Умняшкин, В. А. Теория автомобиля : учеб. пособие / В. А. Умняшкин, Н. М. Филькин, Р. С. Музафаров. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2006. – 272 с.
2. Умняшкин, В. А. Проблемы создания тормозной системы легкового автомобиля и его грузовых модификаций / В. А. Умняшкин, В. А. Мирошниченко, Н. М. Филькин // Сборник докладов научно-технической конференции УФ МАДИ (ГТУ), посвященной 70-летию со дня основания МАДИ: «Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог». – Москва : МАДИ (ГТУ), УФ МАДИ (ГТУ), 2001. – С. 170–174.
3. Разработка унифицированной платформы напольного электротранспорта / Н. М. Филькин, Р. С. Музафаров, А. Ф. Мкртчян, А. Н. Домбрачев, А. И. Коршунов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20, № 3. – С. 41–42.
4. Митрохин, Г. С. Стояночная тормозная система транспортного средства с электроприводом / Г. С. Митрохин, Н. М. Филькин // Международная научно-практическая конференция «Проблемы разработки перспективных технологических систем». – Уфа : АЭТЕРНА, 2017. – С. 82–84.

Теоретические аспекты цифровой экономики

Применение информационно-коммуникационных технологий во всех сферах жизнеобеспечения современного общества видоизменило не только экономику, в которой появились новые направления, сопутствующие им финансовые инструменты и платежные системы, но и трансформировало организацию бизнеса, торговлю, потребление и рынок труда, стало причиной появления новых видов финансовых рисков. Проведенный анализ определений научного термина «цифровая экономика» показал его широкую трактовку в зависимости от принадлежности автора к соответствующей научной школе.

Ключевые слова: цифровая экономика; виртуальные экономические отношения; кибербезопасность; криптовалюта.

Процессы глобализации и интернационализации, развитие научно-технического прогресса и современных информационных технологий (далее – ИТ) привели к изменению экономических отношений, появлению новых форм и видов экономики, одной из которых является цифровая экономика (далее – ЦЭ), изменившая конфигурацию не только национальных, но и мировой финансовой и иных систем (денежной, банковской т. д.).

Цифровая экономика стала причиной возникновения новых форм и видов платежных средств, электронных денег и финансов, что привело к созданию нового – цифрового экономического пространства с сопутствующими технологиями, платежными сервисами, ресурсами, рисками и угрозами.

Цифровая экономика привела к возникновению новых экономических отношений, изменила модели и формы потребления, взаимодействия, бизнеса, особенно это проявилось в период распространения коронавирусной инфекции Covid-19 и введенных ограничительных мероприятий. Цифровая экономика напрямую связана с использованием всеми участниками экономических отношений (государством, хозяйствующими субъектами, домашними хозяйствами) компьютерной техники и ИТ, которые являются необходимым условием для ее дальнейшего развития в связи с увеличением объема информации, анализом данных и алгоритмов принимаемых решений, переводящих общество на принципиально иной уровень развития.

Появление ЦЭ и ИТ привели к «оцифровке» многих направлений жизнедеятельности современного общества, определили дальнейшее развитие теории экономической науки, в которой появились новые направления, терминология, методы, методики и формы исследования и т. д., которые привели к пересмотру существующих аспектов.

В учебниках, учебно-методических пособиях, научных статьях, представлена обширная вариативность определений научного понятия «цифровая экономика», которую предлагают исследователи в зависимости от их авторской позиции и принадлежности к научной школе.

Анализ трактовок научного термина «цифровая экономика», показал его широкую трактовку: виртуальная, интернет-, информационная, интеллектуально-информационная, информационно-сетевая, компьютерная, новая, сетевая, цифровизированная, электронная и т. д. экономика, эпоха сетевого интеллекта, облачная экономика.

Одни исследователи связывает ЦЭ с развитием экономики знаний, человеческим или интеллектуальным капиталом, искусственным интеллектом. Другие понимают под ней электронную коммерцию, электронный бизнес, электронную торговлю, интернет вещей, фандрайзинг. Третьи считают, что это оперирование большими массивами данных, облачные и блокчейн-технологии, электронные деньги и криптовалюта. Четвертые полагают, что ЦЭ – это небанкинг, онлайн-бухгалтерия и кредитование, электронные кошельки, эквайринг, p2p-, p2b-, b2b-отношения.

Однако если рассмотреть предлагаемые определения цифровой экономики, то в большинстве своем они являются ее синонимами.

Л. Ташакова отмечает, что термины «виртуальная экономика», «интернет-экономика» и «информационная экономика» выступают как синонимы [4].

По мнению Г. Головенчик, информационная, интернет-, сетевая, и новая экономики характеризуют общее понятие – цифровая экономика, содержащая не только признаки всех перечисленных экономик, но и ряд отличий, характеризующих ее качественную сущность [2].

Цифровая экономика и ИТ принципиально изменили направления коммуникаций между потребителями и поставщиками товаров и услуг, сделали этот процесс более эффективным и доступным, привели к увеличению цифровых платформ.

С появлением ЦЭ возникли новые платежные системы и сервисы, электронные (виртуальные или цифровые) деньги, в том числе и криптовалюта, связанная с блокчейн-технологиями, которая появилась в виде платежного ресурса, способного минимизировать операционные затраты [1]. Все это в своей общей совокупности привело к формированию качественно новых условий экономики, в которых становятся эффективными новые бизнес-модели, функционирующих на цифровых платформах.

Коллектив авторов НИУ «Высшая школа» экономики на основании проведенных исследований о развитии ЦЭ в России, отмечает [3]:

- внутренние затраты на развитие ЦЭ за счет всех источников (в процентах к ВВП) увеличились с 1,7 % в 2016 г. до 2,1 % в 2019 г.;
- количество населения в возрасте 15–74 лет, использующее практически ежедневно интернет, изменилось от 57,7 до 72,6 %;
- 77 % общего числа домашних хозяйств имеют выход в интернет;
- 35 % россиян используют интернет для заказа товаров и услуг;

- 39 % интернет-пользователей совершают онлайн финансовые операции;
- 3 % россиян используют интернет для дистанционного обучения.

Положительные стороны развития ЦЭ – упрощение структуры и увеличение количества участников экономических отношений, облегчение доступа к финансовым продуктам и услугам, удаление посредников, уменьшение затрат за счет использования новых финансовых продуктов, инструментов и платежных систем, но при этом существует необходимость регулирования органами публичной власти возникающих финансовых рисков.

Следует отметить, что ЦЭ не только открывает новые возможности, но создает угрозы безопасности и финансовые риски, связанные как с низкой финансовой грамотностью населения, так и с недостаточным уровнем развития ИТ в различных странах, сокращением рабочих мест в одних отраслях экономики и расширением потребности в квалифицированных кадрах в других. Активное использование блокчейн-технологий, криптовалюты, интернет-торговли и т. д. напрямую влияет на состояние финансовой безопасности всех участников экономических отношений.

Необходимо иметь в виду, что при всех своих положительных новациях, ЦЭ и ИТ создают новые финансовые риски, связанные с кибербезопасностью всех участников экономических отношений. В рейтинге глобальных рисков Всемирного экономического форума проблема киберпреступности входит число пяти потенциальных угроз, опережая терроризм и экологические проблемы.

Среди основных видов киберугроз выделяют целевые атаки, конкурентный шпионаж, вирусы-шифровальщики (программы-вымогатели), криптомайнинг, проникновение в сетевую инфраструктуру, фишинг, распространение вредоносного программного обеспечения [3].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что ЦЭ разрушает стереотипные модели экономических отношений, стирая границы не только между государствами, но и между производителями и потребителями товаров и услуг, изменяя структуру и формы многих отраслей как национальной, так и мировой экономики.

Использование ИТ, появление новых торговых площадок, цифровых платформ, платежных средств, мобильного (цифрового) банкинга, интернет-торговли, облачных вычислений, электронных кошельков и т. д. изменили как экономические отношения между участниками финансовой системы, так и саму экономику, сделав ее цифровой, соответствующей требованиям XXI века.

Цифровая экономика не только изменяет организацию бизнеса, торговли, потребление и рынок труда, но становится причиной появления новых финансовых рисков и противозаконных действий, уязвимости информационной инфраструктуры и необходимости активизации мер по защите данных.

Список литературы

1. Глухов, В. В. Традиционная теория финансов как препятствие к развитию криптовалют / В. В. Глухов, Ю. В. Рожков // Сибирская финансовая школа. – 2016. – № 6. – С. 98–101.

2. Головенчик, Г. Теоретические подходы к определению понятия цифровая экономика // Наука и инновации. – 2019. – № 1. – С. 54–59. – DOI:10.29235/1818-9857-2019-1-54-59. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_37100830_60911691.pdf (дата обращения: 20.10.2020).

3. Индикаторы цифровой экономики: 2020 : статистический сборник / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневский, Л. М. Гохберг [и др.] ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – Москва : НИУ ВШЭ, 2020. – URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/387609461.PDF> (дата обращения: 20.10.2020).

4. Ташакова, Л. Х. Специфика интеграции России в глобальную виртуальную экономику : автореферат. – Тамбов, 2012. – 22 с. – URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/113259/0-799019.pdf?sequence=1> (дата обращения: 21.10.2020).

О. А. Дегтева, кандидат экономических наук, начальник управления
научно-исследовательских работ, degteva.ao@gmail.com
А. Н. Копысов, кандидат технических наук, доцент
А. П. Тюрин, доктор технических наук, профессор
С. А. Пигалев, директор бизнес-инкубатора
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Реализация НИОКТР в интересах реального сектора экономики на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Статья посвящена анализу научно-инновационной деятельности ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» во взаимосвязи с реальным сектором экономики. Совершенствование соответствующего потенциала университета протекает по ряду ключевых направлений: реализация комплексных проектов, финансируемых из госбюджета, функционирование инжинирингового центра, коммерциализация изобретательской деятельности, развитие ведущих научных школ и поддержка студенческой науки. Результативность научной деятельности университета, ориентированной на промышленность, проявляется не только в изменении качественных и количественных показателей в части публикационной и патентной активности, доходного потенциала при реализации проектов, но и в итоге – в подготовке кадров: научно-педагогических, управленческих, специалистов узкого профиля. В условиях динамично развивающихся технологий ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» выполняет наибольший объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ среди вузов Удмуртской Республики.

Ключевые слова: научно-исследовательские проекты; ИжГТУ имени М. Т. Калашникова; инжиниринговый центр; школа В. И. Гольдфарба.

Реализация НИОКТР в интересах реального сектора экономики в классических технических университетах России ведется в разных направлениях. У каждого университета этот путь уникален. ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» повышает уровень научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в рамках следующих направлений:

1. Комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, субсидируемых Министерством науки и высшего образования РФ.
2. Создание и развитие инжиниринговых центров.
3. Формирование портфеля интеллектуальной собственности, их коммерциализация.
4. Развитие и поддержка ведущих научных школ.
5. Развитие студенческой науки.

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» традиционно выполняет наибольший объем научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ среди вузов Удмуртской Республики, которые реализуются

в интересах предприятий реального сектора экономики. Последние три года наблюдается рост спроса предприятий на научно-технические услуги: по сравнению с 2018 годом на октябрь 2020 года рост составляет 35 % (2018 год – 5 057,5 тыс. руб.; 2019 год – 6 283,6 тыс. руб.; октябрь 2020 года – 6 823,2 тыс. руб. при запланированном примерно 22 млн руб. до конца года).

При этом ИжГТУ имени М. Т. Калашникова является единственным в УР вузом, имеющим опыт реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства, субсидируемого Минобрнауки России. 20 октября 2020 года совместно с ПАО «КамАЗ» (г. Набережные Челны) университет подготовил заявку на участие в 12-й очереди конкурса по отбору организаций на право получения субсидий из федерального бюджета на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств. Тема проекта: «Создание единой платформы высокоэффективных двигателей КамАЗ для грузовой автомобильной техники, унифицированной под выполнение экологических требований ведущих мировых стран-автопроизводителей (США, ЕС, Китай), с целью позиционирования отечественного двигателя на мировом рынке».

Ранее ИжГТУ имени М. Т. Калашникова в рамках 8-й очереди этого конкурса успешно реализовал комплексный проект по смежной тематике «Разработка и создание высокотехнологичного производства унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ)» с АО «Сарапульский электрогенераторный завод» на сумму 92 млн руб. В рамках проекта университетом осуществлялась разработка конструкции и создание моделей унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ) [1], а также разработка системы управления электродвигателем и рекуперации электрической энергии.

Создание и развитие инжиниринговых центров

Развитие кооперации между наукой и крупными российскими предприятиями – одна из приоритетных задач ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. Важную роль в коммерциализации научных исследований и разработок, а также их трансфере в реальный сектор экономики играют инжиниринговые центры. В 2013 году на базе университета был создан инжиниринговый центр «ИжСпецТех», благодаря работе которого расширился спектр инжиниринговых и дополнительных образовательных услуг, реализуемых университетом. По заказу одного из основных промышленных партнеров АО «Калашников» ИЦ «ИжСпецТех» разработал конструкторскую документацию механической части гибридного обрабатывающего центра, сочетающего аддитивные технологии и механическую обработку в одном станке. Данный проект реализовывался совместно с Минпромторгом РФ при поддержке Фонда развития промышленности. Гибридный станок IZH H600 экспонировался на Международном военно-техническом форуме «Армия-2020», где получил высокую оценку экспертов.

Основываясь на положительном опыте создания инжинирингового центра, было принято решение об участии в объявленном конкурсе Минобрнауки России на предоставление грантов в форме субсидий на создание инжинирингового центра на базе университета. Формируемый инжиниринговый центр будет осуществлять деятельность по трем приоритетным направлениям: «Цифровые интеллектуальные технологии для машиностроения», «Новые материалы, технологии создания функциональных поверхностей и развитие сварочного производства», «Транспортное машиностроение». Предполагается, что в состав формируемого инжинирингового центра войдут лаборатории под руководством ведущих ученых Удмуртской Республики и руководителей научных школ университета: д-ра техн. наук профессора Муравьева Виталия Васильевича; д-ра хим. наук профессора Плетнева Михаила Андреевича; д-ра техн. наук профессора Трубачева Евгения Семеновича; д-ра техн. наук профессора Яковлева Григория Ивановича; д-р физ.-мат. наук профессора Мамаева Ивана Сергеевича.

Результативность университета в области интеллектуальной собственности

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова занимает первое место в Республике по числу полученных патентов на инновационные приборы, устройства и технологии [2], а также свидетельств о государственной регистрации компьютерных программ, созданных сотрудниками университета при выполнении научных исследований и реализации грантов по проектам фундаментальных научных исследований, поддержанных Российскими фондами фундаментальных исследований. Так, например, за последние три года сотрудниками вуза получен 181 охранный документ, при этом за 2019 год получено 60 патентов и свидетельств (рисунок).

ИЖЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.Т. КАЛАШНИКОВА Ижевск											
ПОКАЗАТЕЛИ ПО ГОДАМ											
Название показателя	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Число публикаций на портале eLibrary.ru	986	946	1156	1551	1779	1870	1932	1695	1642	1643	
Число публикаций в РИНЦ	865	852	1020	1420	1594	1625	1649	1405	1398	1352	
Число публикаций, входящих в ядро РИНЦ	77	79	68	104	98	163	175	151	119	162	
Число статей в журналах	519	603	674	747	787	693	654	602	675	495	
Число статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus	32	32	31	35	41	62	64	64	69	77	
Число статей в журналах, входящих в RSCI	46	50	45	60	62	64	83	71	41	52	
Число статей в журналах, входящих в перечень ВАК	207	272	245	301	354	510	401	365	339	250	
Число монографий	17	24	25	24	31	22	21	20	18	13	
Число патентов	17	21	30	35	50	104	106	53	68	60	
Число публикаций с участием зарубежных авторов	10	6	5	14	20	20	34	26	38	46	

Результативность университета в области интеллектуальной собственности

Ведущие научные школы

Имидж ИжГТУ имени М. Т. Калашникова в значительной степени создается за счет деятельности ведущих научных школ университета. Начало университетской науки лежит в научной школе и преемственности поколений. Так, одной из основных научных школ ИжГТУ имени М. Т. Калашникова является научная школа, созданная В. И. Гольдфарбом, которая считается ведущей в области зубчатых передач в России и одной из ведущих в мире¹ [3]. Под руководством профессора В. И. Гольдфарба и его учеников всего выполнено и защищено 16 докторских и 38 кандидатских диссертаций, опубликовано 7 монографий, около 400 статей и докладов, получено более 20 патентов РФ. Практические результаты работ в виде гаммы разработанных редукторов, мотор-редукторов общетехнического и специального применения внедрены на многих предприятиях в технологические установки, транспортные конвейеры, металло- и деревообрабатывающие станки, приводы запорно-регулирующей арматуры нефте-газопроводов. Внедрения осуществляются по договорам изготовления опытных образцов и поставок партий изделий. Указанные внедрения обеспечивают повышение технического уровня соответствующих образцов техники, решают задачу импортозамещения и ресурсосбережения. В течение 2019 года объем НИОКР составил 6,5 млн руб., в 2020 году – 11 млн руб.

Ижевским государственным техническим университетом имени М. Т. Калашникова создана уникальная научная установка «Информационно-измерительный комплекс для исследований акустических свойств материалов и изделий», зарегистрированная на портале научно-технологической инфраструктуры Российской Федерации. Это единый комплекс прецизионной аппаратуры для исследований широкого спектра акустических характеристик и упругих свойств различных материалов и изделий разнообразной конфигурации, осуществляющий свою деятельность в рамках ведущей научной школы «Физические методы и средства измерений, контроля и диагностики технических и биомедицинских объектов» под руководством доктора техн. наук профессора Виталия Васильевича Муравьева. С использованием установки выполнены ряд НИОКР с такими ведущими организациями, как «Российский университет транспорта», ООО «СИЛУР», АО «Интроскан», в 2019-2020 годах выполнен ряд фундаментальных проектов, поддержанных Министерством науки и высшего образования. Совокупность научных и практических результатов, полученных с использованием уникальной установки, используются в работе сертификационного центра по подготовке специалистов в области неразрушающего контроля.

Научная школа «Композиционные материалы строительного назначения, модифицированные комплексными ультра- и нанодисперсными добавками» профессора Григория Ивановича Яковлева ежегодно защищает своих аспирантов в ученых советах по всей России. Аспиранты и молодые ученые данной научной школы осуществляют научно-исследовательскую деятельность как на

1 Prospects Of Manufacturing Spiroid Gears With Small Gear Ratios / V. I. Goldfarb, E. S. Trubachev, K. V. Bogdanov, T. A. Pushkareva.

республиканском и всероссийском уровнях, так и на международном, выполняя исследования при поддержке грантов РФФИ, Фонда содействия инновациям, а также при поддержке внутренних грантов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. Научная школа имеет широкий круг международных контактов в Германии, Чехии, Венгрии, Словакии и т. д. Кроме того, аспиранты и молодые ученые проходят стажировки в ведущих лабораториях Европы и России.

За последние годы в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова сформировался молодой научный коллектив, ведущий исследования в области динамики и управления мобильных робототехнических систем, под руководством доктора физико-математических наук Мамаева Ивана Сергеевича. Научным коллективом налажено взаимодействие с ведущими научными и образовательными организациями РФ: Математический институт имени Стеклова, МФТИ и др. В конце 2019 года ИжГТУ имени М. Т. Калашникова вошел в консорциум Центра национальной технологической инициативы по сквозной технологии «Компоненты робототехники и мехатроники» с Университетом Иннополис. Члены научного коллектива реализуют фундаментальные и прикладные научные исследования при поддержке российских научных фондов и Минобрнауки России, а также вносят существенный вклад в публикационную активность ИжГТУ имени М. Т. Калашникова в высокорейтинговых журналах, включенных в международные системы цитирования Web of Science и Scopus. За последние 4 года было реализовано 7 грантов на общую сумму более 57 млн руб. Есть неугасаемая надежда, что это динамично развивающееся научное направление оформится как ведущая научная школа ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

Студенческие инновационные проекты

Аспиранты и молодые ученые ИжГТУ имени М. Т. Калашникова активно принимают участие в грантовых программах Фонда содействия инновациям. В 2019 году участники от ИжГТУ попали в тысячу лучших молодых исследователей России по программе «УМНИК» Фонда содействия инновациям, авторы получили гранты (1 грант – 500 000 руб.) на реализацию своих идей:

1. Анастасия Андреевна Буторина – разработка обратноосмотических фильтров, содержащих углеродные нанотрубки.

2. Светлана Вячеславовна Варфаламеева – разработка технологии получения хром-наноалмазных покрытий гальваническим методом.

3. Надежда Алексеевна Ворожцова – разработка интеллектуальной системы распознавания данных с фотографий лицевых панелей приборов учета электроэнергии.

4. Александр Николаевич Гуменюк – разработка многофункционального состава на основе термопластичного отхода топливно-энергетического комплекса.

5. Наталия Владимировна Лопатина – разработка программного комплекса формирования стоимостных характеристик цифрового двойника промышленного изделия на всех этапах жизненного цикла.

6. Дмитрий Германович Шлыков – разработка системы мониторинга состояния электрических сетей с изолированной нейтралью и определения в них мест однофазных коротких замыканий.

С 2010 году на территории Удмуртской Республики Фондом содействия инновациям реализуется программа «УМНИК», и на протяжении 10 лет ИжГТУ занимает доминирующее положение в республике по данному конкурсу как по количеству участников, так и по количеству победителей. В 2020 году от ИжГТУ имени М. Т. Калашникова была подана 41 заявка из 74.

Несомненно, что один из ведущих технических университетов Удмуртской Республики формирует целостный образ научно-исследовательской деятельности и опытно-конструкторских разработок всей Удмуртской земли и вносит существенный вклад в повышение обороноспособности России.

Список литературы

1. Системные подходы в конструировании и дизайн-проектировании унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ) / А. И. Коршунов, Р. С. Музафаров, М. А. Плетнев, Д. В. Скуба, Н. М. Филькин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 2 (29). – С. 40–47.
2. Patent Activity Of High-Tech Enterprises In The Republic Of Udmurtia / A. N. Dombachev, B. A. Yakimovich, A. I. Korshunov, S. I. Solomennikova // Russian Engineering Research. – 2016. – Т. 36. № 7. – С. 573–576.
3. *Goldfarb, V.* Innovations In Design And Production Of Spiroid Gears In The XXI Century / V. Goldfarb, E. Trubachev, N. Barmina // MATEC WEB OF CONFERENCES. – 2019. – С. 01002.

Перспективы реформирования пенсионной системы

В настоящее время в сфере пенсионного страхования происходит непрерывный процесс развития и реформирования. В данной статье рассказывается об основных нововведениях, принятых за последние десятилетия. Показано, в каком состоянии находится пенсионная система, и на что необходимо обратить внимание для повышения эффективности процесса пенсионного обеспечения. Какие проблемы присутствуют в пенсионной системе, какой можно сделать вывод о необходимости проведения ее дальнейшего реформирования.

Ключевые слова: пенсионная система; пенсионное страхование; пенсия; Пенсионный фонд России; реформирование пенсионной системы; пенсионное обеспечение.

В любой стране мира пенсионное обеспечение выступает в качестве ориентира и индикатора, с помощью которого можно провести оценку благосостояния населения [6].

С необходимостью проведения реформирования и модернизации пенсионной системы сталкиваются все страны, и Россия не стала исключением.

Почти каждый год вносятся изменения в действующее законодательство, проводится процесс реформирования и модернизации пенсионной системы. Целью этого выступает доведение пенсионных выплат до приемлемого размера и достижение стабильного функционирования Пенсионного фонда России [6].

Пенсионное обеспечение населения на протяжении столетий играет очень значимую роль в мире, но системный характер оно приобрело лишь в начале XX века. Начиная с того времени, во всех странах мира, включая Россию, происходит постоянный непрекращающийся процесс развития и реформирования пенсионной системы¹.

Пенсионный фонд в России был создан 22 декабря 1990 г. с целью полноценного управления средствами пенсионной системы. После нескольких лет его функционирования стало ясно, что необходимо провести ряд изменений и реформ, которые позволят повысить его эффективность и улучшить процесс пенсионного обеспечения в целом [5].

Процесс реформирования пенсионной системы в России за период с 1991 г. и по настоящее время представлен в таблице.

Этапы реформирования пенсионной системы в России [5, 7]

Годы	Проведенные изменения
1991	Система солидарных накоплений. Страховые платежи идут одной общей суммой за всех работников
1997	Создание трехуровневой пенсионной системы. Появление индивидуального учета страховых платежей
2002	Введен единый социальный налог в размере 14 %. Появилась накопительная часть страховой пенсии
2005	Замена льгот на ежемесячные денежные выплаты. Создание федерального регистра лиц, имеющих право на получение социальной помощи
2007	Система софинансирования трудовой пенсии. Сертификаты на материнский капитал
2009	Валоризация пенсионного капитала пенсионеров, которые получали страховой стаж до 31 декабря 2001 г.
2010	Страховые взносы заменили единый социальный налог. Валоризация пенсий
2015	Взносы на страховую пенсию были заменены на систему расчета индивидуальных пенсионных баллов
2016	Страховые пенсии работающих пенсионеров не индексируются. Система гарантирования пенсионных накоплений. Процедура акционирования НПФ
2017	Повышение пенсионного возраста для госслужащих до 63 лет у женщин и 65 лет у мужчин, повышение будет проходить на шесть месяцев ежегодно
2018	3 октября подписан законопроект о постепенном увеличении пенсионного возраста граждан – до 65 лет для мужчин, и до 60 лет для женщин
2019	С 1 января и до 2028 г. – постепенное увеличение пенсионного возраста граждан

В 1998 г. в России была принята Концепция реформирования пенсионной реформы, которая предполагала за собой поэтапный ввод накопительных механизмов в пенсионную систему. К минусам данной программы можно отнести отсутствие сбалансированности бюджета и несоответствующий уровень пенсий. Данные минусы присутствуют и в настоящее время¹.

Начиная с 2002 г., в России начался переход к распределительно-накопительной системе. Согласно новым реформам работодатель обязан был платить единый социальный налог 26 %, 20 из которых отчислялись в Пенсионный фонд России, 6 % – базовая ставка, 10 % – на страховую часть трудовой пенсии, а 4 % направлялось на накопительную пенсию.

В 2004 г. у негосударственных пенсионных фондов появилось право на участие в системе обязательного пенсионного страхования.

В 2008 г. накопительную часть увеличили до 6 %, за счет сокращения страховой части до 8 %, была добавлена программа софинансирования пенсий.

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 17.12.2001 №173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» (ред. от 01.10.2019).

В 2013 г. начался новый этап реформирования – в декабре приняли закон, согласно которому негосударственные пенсионные фонды из некоммерческих организаций должны были быть преобразованы в акционерные общества до января 2016 г.

В 2019 г. произошло очередное крупное событие в реформировании пенсионной системы, о возможности принятия которого говорили многие. Это увеличение пенсионного возраста граждан. В настоящее время возраст, в который люди могут уйти на пенсию в Российской Федерации, составляет 60 лет у женщин и 65 лет у мужчин. Данные изменения были с одной стороны ранее очень обсуждаемы, но с другой стороны, все равно были крайне неожиданными, потому что даже среди тех людей, кто предполагал увеличение пенсионного возраста, было убеждение, что государство не пойдет на такие кардинальные меры [4].

Вместе с увеличением пенсионного возраста в правительстве были приняты меры по поддержке людей предпенсионного возраста. Обеспечение их рабочими местами за счет проведения программ по повышению квалификации, поддержка безработных старших возрастов и наложение штрафов на работодателей за увольнение таких граждан [2].

Предполагается, что к 2024 г. средний размер трудовых пенсий по старости увеличится до размера, который будет составлять 2,5 прожиточного минимума пенсионера, а к 2030 г. получится поднять размер выплачиваемой пенсионеру пенсии до 40 % от размера ранее получаемого заработка, что будет соответствовать международным стандартам минимальным нормам пенсионного обеспечения¹.

В наше время большие риски несет демографическая ситуация в стране – растет число пенсионеров, увеличивается нагрузка на рабочее население. Несмотря на повышение пенсионного возраста, нагрузка на федеральный бюджет останется на очень высоком уровне [2].

Одной из проблем пенсионной системы России выступает снижающийся с каждым годом уровень доверия граждан. Это вызвано размером пенсий; хоть и открытой, но сложной для восприятия системой расчета будущей пенсии; увеличением возраста выхода на пенсию и ежегодными продлениями моратория на формирование накопительной пенсии [1].

В настоящее время пенсионная система является довольно несправедливой по отношению к населению, потому как граждане при выходе на пенсию получают лишь около 34 % от своего прежнего дохода. В России очень высокий уровень страховых взносов – 30 % от заработной платы, но при этом низкий размер пенсий, что также оказывает влияние на развитие теневого сегмента, который позволяет избежать уплаты страховых взносов [3].

Самыми яркими из предлагаемых в настоящее время идей выступают ликвидация Пенсионного фонда, что должно привести к экономии затрачиваемых на него средств, и замена балльной системой подсчета пенсий на ранговую. Но

¹ Федеральный закон Российской Федерации от 17.12.2001 №173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» (ред. от 01.10.2019).

данные предложения вряд ли будут приняты, т. к. несут за собой много негативных моментов.

По словам главы партии «Справедливая Россия» Сергея Миронова, пенсионная реформа оказалась провальной, и то, в каком виде она сейчас существует, ухудшает финансовое состояние пенсионеров. Он предложил вернуться к выплатам пенсий из бюджета и страховые взносы направлять туда же.

Существуют предложения ввести обязательные страховые взносы населения по аналогии с зарубежными пенсионными системами.

Ясным в данный момент является то, что модернизация и реформирование пенсионной системы на этом не остановится. Низкий размер пенсий, высокий уровень пенсионных взносов, которые не гарантируют гражданам достойный размер пенсий, рост теневой экономики и уход от уплаты страховых взносов, наложение моратория на накопительную пенсию, недостаточная информированность и осознанность населения в плане пенсионного страхования – все эти проблемы продолжают присутствовать в настоящее время. И только обдуманная, хорошо спланированная и рассчитанная программа реформ может позволить улучшить состояние пенсионного обеспечения и позволит решить существующие проблемы.

Список литературы

1. *Казова, З. М.* Оценка эффективности и финансовой устойчивости пенсионной системы РФ // *Аллея Науки*. – 2017. – № 14. – С. 84.
2. *Кравченко, Е. В.* Развитие системы корпоративного пенсионного обеспечения как эффективный инструмент совершенствования пенсионной системы // *Сборник конференций НИЦ «Социосфера»*. – 2020. – № 4. – С. 6.
3. *Лебедева, Л. Ф.* Пенсионные системы стран мира книга: стратегии и опыт модернизации. – Москва : Весь мир, – 2016. – С. 20.
4. *Радченко, Т. Е.* Факторы отложенного перехода к новой пенсионной системе / Т. Е. Радченко, Ю. М. Пестова // *Стратегии развития социальных общностей, институтов и территории : материалы V Международной научно-практической конференции*. – 2019. – С. 76–77.
5. *Харитонова, Ю. Н.* Реформирование пенсионной системы РФ // *Экономика, социология и право*. – 2015. – № 1. – С. 158–161.
6. *Яйчук, Н. Ю.* Анализ преимуществ и недостатков действующих пенсионных систем // *Россия и Европа: связь культуры и экономики*. – 2015. – № 2. – С. 311–314.
7. Пенсионный фонд Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <http://www.pfrf.ru/> (дата обращения: 20.11.2020).

В. С. Егоров, магистрант, skillet2828@mail.ru
Р. Р. Хасанов, аспирант
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка модели настроечного образца для калибровки дефектоскопа, реализующего волноводный акустический метод контроля

Разработана математическая модель композитной арматуры с искусственным отражателем. Представлен вывод формул коэффициентов отражения и прохождения с учетом отличий физических свойств объекта контроля и искусственного отражателя. Рассчитана зависимость отношений амплитуд сигнала от искусственного отражателя и противоположного торца объекта контроля.

Ключевые слова: композитная арматура; волноводный акустический метод; настроечный образец; коэффициент отражения.

Введение

Композитная арматура представляет собой равноценную замену стальным аналогам. Выполненная на основе полимерной матрицы с армирующим наполнителем, изготовленным на основе стеклянных, базальтовых, углеродных или армидных волокон, композитная арматура находит массовое применение в процессе армирования бетонных сооружений. Постоянно увеличивающийся спрос на этот материал порождает необходимость в разработке методик контроля выпускаемой продукции. Композитная арматура представляет собой неметаллические стержни, которые невосприимчивы магнитным и электромагнитным излучениям, что существенно ограничивает потенциал неразрушающего контроля. В качестве альтернативы в данной работе предлагалось использовать акустический волноводный метод контроля, основанный на анализе низкочастотных волн Похгаммера¹ [1–6]. Акустическая стержневая волна проходит по телу волновода и, отразившись от дальнего торца, возвращается в излучатель, при этом сигнал, отраженный от дефектной зоны, возникает в связи со скачком поперечного сечения. Целью данной работы было создание математической модели настроечного образца с искусственным отражателем исходя из различия составов объекта контроля и нанесенного на его поверхность дефекта.

Для настройки дефектоскопа, реализующего волноводный метод, предлагается использовать прутки композитной арматуры с нанесенным искусственным отражателем, без разрушения тела объекта контроля. Искусственный отражатель в поперечном сечении имеет вид прямоугольника на круглом сечении (рис. 1). Такая форма выбрана для упрощения изготовления настроечного образца.

© Егоров В. С., Хасанов Р. Р., 2021

¹ Патент RU 2688877 C1. Способ определения прочностных характеристик полимерных композиционных материалов. 22.05.2019 / В. А. Стрижак, А. В. Пряхин, Р. Р. Хасанов.

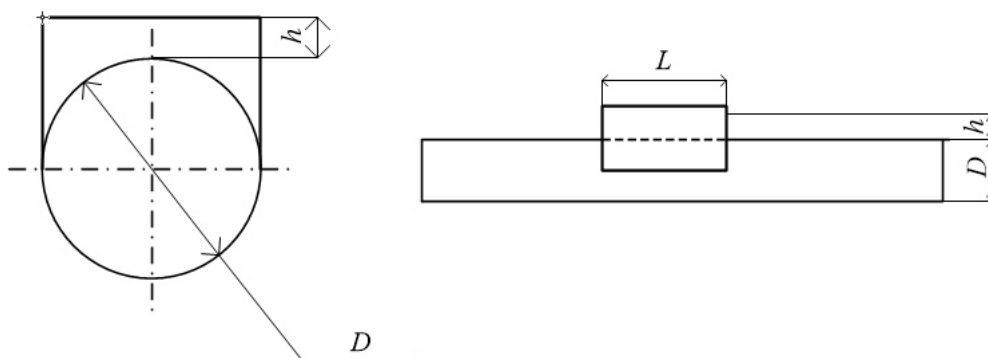


Рис. 1. Внешний вид искусственного отражателя: h – высота искусственного отражателя; D – диаметр объекта контроля; L – протяженность искусственного отражателя

Задача теоретического расчета состояла в нахождении теоретических значений сигнала от торца объекта контроля и искусственного отражателя. Для этого использовались спектры соответствующих сигналов [7–10]. Спектр сигнала от искусственного отражателя находился как произведение спектра зондирующего импульса $S_3(f)$ на коэффициент отражения $R(f)$ [11]. Тогда как спектр сигнала от торца объекта контроля находился как произведение спектра зондирующего импульса $S_3(f)$ на квадрат коэффициента прохождения $D(f)$. Это обусловлено тем, что акустическая волна на пути от излучателя к торцу объекта контроля и обратно дважды проходит через зону с искусственным отражателем [12].

$$S_d(f) = S_3(f) \cdot R(f); \quad (1)$$

$$S_{dn}(f) = S_3(f) \cdot D(f) \cdot D(f). \quad (2)$$

Зондирующий импульс задан ударным импульсом с условной единичной амплитудой (рис. 2). Основная частота зондирующего импульса составляет 25 кГц.

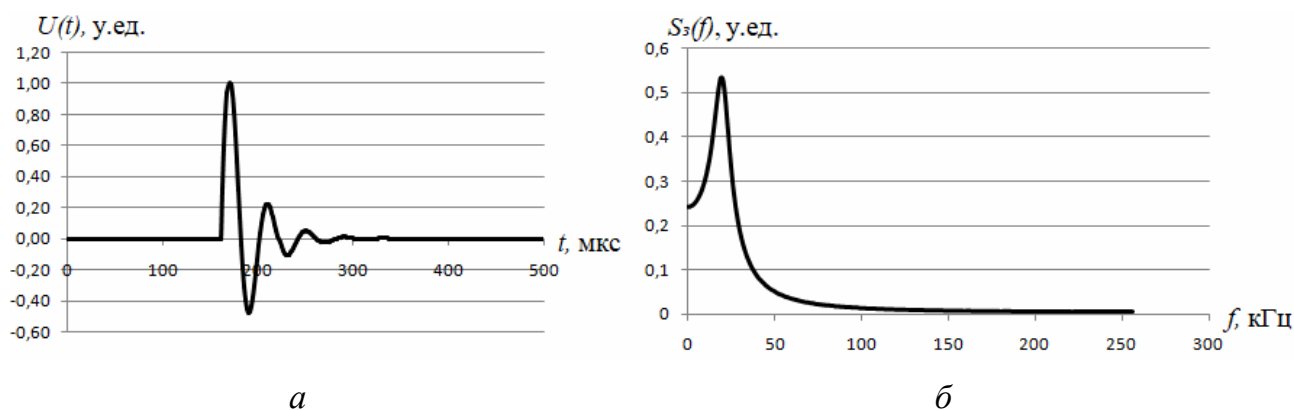


Рис. 2. Зондирующий импульс (а) и его спектр (б)

Расчет коэффициентов отражения и прохождения осложняется тем, что материалы искусственного отражателя и объекта контроля по физическим свойствам не являются идентичными. В связи с этим требовалось уточнение

модели настроечного образца, которое учитывало составы объекта контроля и дефекта [13, 14].

Объект контроля с нанесенным на поверхность искусственным отражателем можно рассматривать как систему, состоящую из трех частей (рис. 3).

Поскольку настроечный образец является сложной системой, вывод формулы происходит для каждой зоны, в которой изменяются параметры, влияющие на коэффициент отражения.

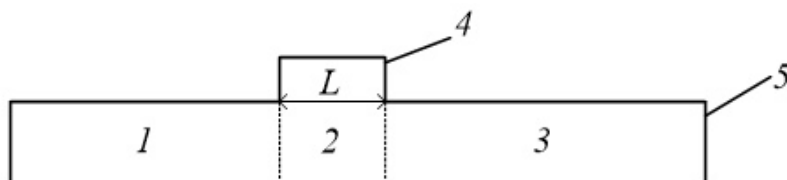


Рис. 3. Распределение зон изменения коэффициента отражения в объекте контроля: 1, 2, 3 – зоны изменения коэффициента отражения и прохождения; 4 – тело дефеката; 5 – тело объекта контроля; L – линейная протяженность искусственного отражателя

Значения коэффициента отражения при переходе из зоны 2 в зону 3 рассчитываются по формуле:

$$R_{23} = \frac{Z_l - S_2 \rho_2 C_2}{Z_l + S_2 \rho_2 C_2}, \quad (3)$$

где Z_l – входной импеданс в зоне 3; ρ_2 – плотность в зоне 2; C_2 – скорость распространения стержневой волны в зоне 2.

Входной импеданс в зоне 2 вычисляется по формуле:

$$Z_l = \left(\frac{S_2}{S} \right)^2 \cdot (S \rho C + i \omega M), \quad (4)$$

где S_2 – площадь поперечного сечения объекта контроля и искусственного отражателя; S – площадь поперечного сечения объекта контроля; ρ – плотность объекта контроля; C – скорость стержневой волны в объекте контроля; i – мнимая единица; ω – циклическая частота; M – присоединенная масса.

Поскольку значения площади поперечного сечения зоны 2 и 3 не сильно различаются, присоединенной массой можно пренебречь. В связи с этим формула для входного импеданса в зону 2 принимает вид:

$$Z_l = \frac{S_2^2 \cdot \rho \cdot C}{S}. \quad (5)$$

Импеданс на входе в зону 2 рассчитывается по подобию с входным импедансом в плоский слой между двумя плоскостями:

$$Z_{\text{вх}2} = \rho_2 C_2 S_2 \cdot \frac{e^{-ikl} + R_{23} \cdot e^{ikl}}{e^{-ikl} - R_{23} \cdot e^{ikl}}, \quad (6)$$

где $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число; λ – длина волны; l – линейная протяженность дефекта.

Комплексная экспонента может быть расписана как

$$e^{ix} = \cos(x) + i \sin(x). \quad (7)$$

На основании этого формула (4) принимает вид:

$$Z_{\text{вх}2} = \rho_2 C_2 S_2 \cdot \frac{\cos(kl) - i \sin(kl) + R_{23} (\cos(kl) + i \sin(kl))}{\cos(kl) - i \sin(kl) - R_{23} (\cos(kl) + i \sin(kl))}. \quad (8)$$

Соответственно акустический импеданс считается как

$$Z_{\text{авх}2} = \frac{\rho_2 C_2}{S_2} \cdot \frac{\cos(kl) - i \sin(kl) + R_{23} (\cos(kl) + i \sin(kl))}{\cos(kl) - i \sin(kl) - R_{23} (\cos(kl) + i \sin(kl))}. \quad (9)$$

Произведение волнового числа может быть расписано как

$$kl = \frac{2\pi l}{\lambda} = \frac{2\pi fl}{C} = \frac{\omega l}{C}, \quad (10)$$

где ω – круговая частота; C – скорость распространения стержневой волны в зонах 1 и 3.

Модуль коэффициента отражения при прохождении волны из зоны 1 в зону 2 вычисляется по входному импедансу в эту зону 2 и механическому импедансу в зоне 1:

$$|R| = |R_{12}| = \frac{|Z_{\text{авх}2}| - (\rho C / S)}{|Z_{\text{авх}2}| + (\rho C / S)}. \quad (11)$$

Коэффициент прохождения рассчитывается как

$$D = 1 - |R|^2. \quad (12)$$

Результаты

По полученным формулам рассчитаны частотные зависимости коэффициентов отражения $R(f)$ и прохождения $D(f)$ (рис. 4). Значения коэффициентов приведены для диаметра объекта контроля в 8 мм, высоте искусственного отражателя 1 мм и длине 40 мм.

По полученным значениям коэффициента отражения построены сигналы от искусственного отражателя и противоположного торца объекта контроля (рис. 5).

Используя полученные импульсы, было рассчитано процентное отношение амплитуд сигнала от торца объекта контроля к амплитуде сигнала от искусственного отражателя $Kd(L)$ в зависимости от линейной протяженности дефекта (рис. 6).

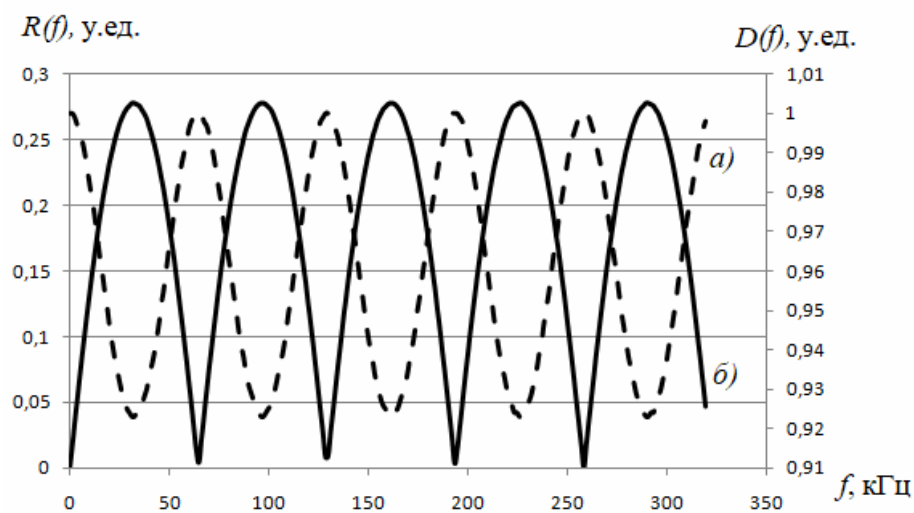


Рис. 4. Частотная зависимость: a – коэффициента отражения $R(f)$; b – коэффициента прохождения $D(f)$

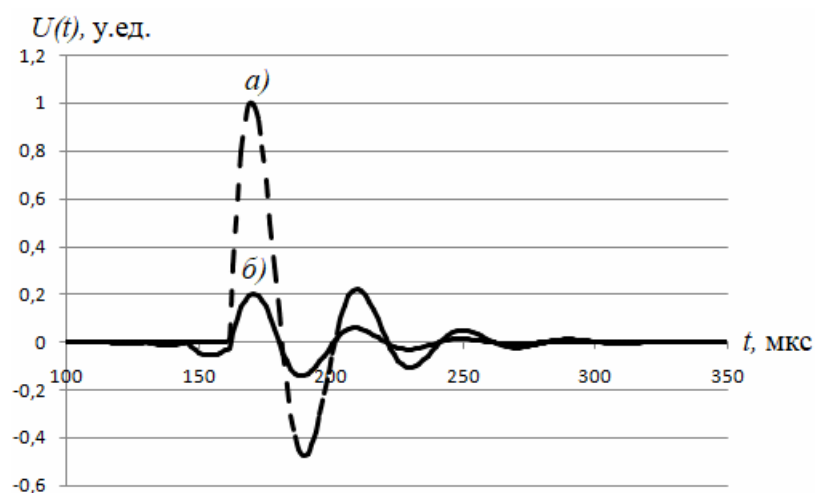


Рис. 5. Форма сигнала от дальнего торца объекта контроля (a) и искусственного отражателя (b)

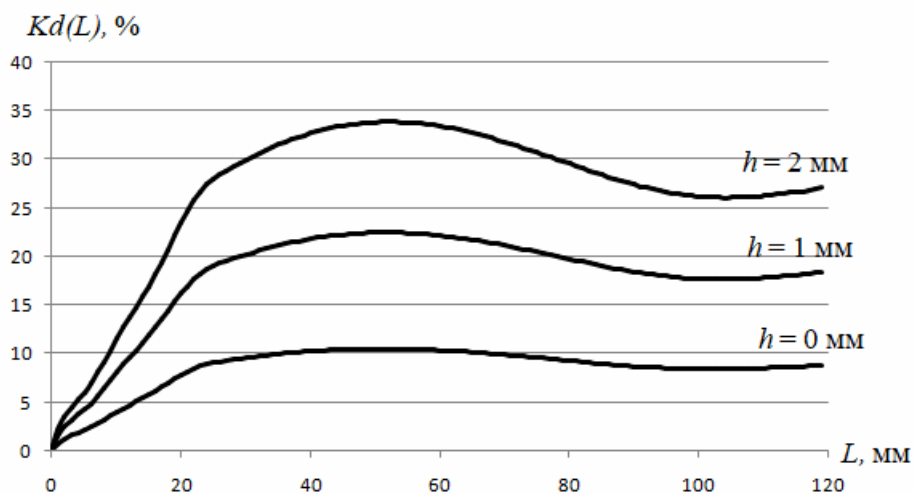


Рис. 6. Отношение амплитуд $Kd(L)$ при разных значениях высот

При основной частоте зондирующего импульса критерий $L = \lambda/4$ равняется 50 мм. Исходя из полученных зависимостей максимум коэффициента отношения амплитуд достигается при значениях длины искусственного отражателя, равной 51 мм, что больше предполагаемого критерия $L = \lambda/4$ на 2 %. Значения коэффициента $Kd(L)$ получены для прутка с диаметром 8 мм.

При высоте искусственного отражателя $h = 1$ прирост площади составляет 29,9 %, а отношение амплитуд $Kd(L) = 22,48$ %. При высоте дефекта $h = 0$ мм изменение площади составило 13,7 % и отношение амплитуд $Kd(L) = 10,5$ %. При высоте искусственного отражателя $h = 2$ мм прирост площади поперечного сечения прутка 45,3 %, а коэффициент $Kd(L) = 33,8$ %. По полученным значениям можно судить об увеличении коэффициента амплитуд в зависимости от прироста площади поперечного сечения объекта контроля.

Заключение

Таким образом, по результатам разработки математической модели можно сделать вывод о пригодности предложенного способа настройки дефектоскопа, реализующего волноводный акустический метод неразрушающего контроля, по настроечному образцу с искусственным отражателем без разрушения тела объекта контроля. Расчеты показали, что наибольшее значение эхосигнала от искусственного отражателя достигается при длине дефекта в 51 мм. Это значение на 2 % больше критерия $L = \lambda/4$, что может говорить о достоверности представленного подхода. Особенностью данной математической модели является расчет коэффициентов отражения и прохождения в зависимости от физических свойств объекта контроля и искусственного отражателя.

Таким образом, можно подобрать значения геометрических и физико-технических параметров, можно добиться максимального значения отражения от искусственного отражателя, что позволит настроить дефектоскоп на отбраковку дефектных образцов по выбранному значению уровня дефекта относительно амплитуды донного импульса.

Список литературы

1. Дефектоскопия композитной арматуры акустическим волноводным методом / В. А. Стрижак, А. В. Пряхин, Р. Р. Хасанов, С. С. Мкртчян // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 78–88. DOI: 10.22213/2413-1172-2019-1-78-88.
2. Неразрушающий контроль композитной полимерной арматуры / А. В. Бучкин, В. Ф. Степанова, В. А. Стрижак, Е. Ю. Юрин, Е. И. Никишов // Вестник НИЦ «Строительство». – 2020. – № 1 (24). – С. 23–35.
3. Влияние водопоглощения на скорость распространения нормальных волн в композитной арматуре / О. В. Муравьева, Р. Р. Хасанов, В. А. Стрижак, С. С. Мкртчян, М. В. Сяктерев // SIBTEST-2019 : сборник тезисов докладов V Международной конференции по инновациям в неразрушающем контроле. Москва, 2019. – С. 67–68.
4. Water absorption effect on the propagation velocity of normal waves in composite rebars / O. V. Muravieva, R. R. Khasanov, V. A. Strizhak, S. S. Mkrtychyan // Materials Science Forum. – 2019. – Т. 970. – С. 202–209.

5. Акустический волноводный контроль элементов глубиннонасосного оборудования / О. В. Муравьева, В. А. Стрижак, Д. В. Злобин, С. А. Мурашов, А. В. Пряхин, Ю. В. Мышкин // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 9. – С. 110–115.
6. Импульсный метод измерения скорости ультразвука / Г. А. Буденков, В. А. Стрижак, А. В. Пряхин, Г. А. Полянкин, Я. Ю. Коршунов, О. В. Недзвецкая // Дефектоскопия. – 1998. – № 9. – С. 3–8.
7. Михайлов, С. Е. Особенности расчета информативных параметров для волноводного метода акустического контроля / С. Е. Михайлов, В. А. Стрижак, С. С. Мкртчян // Приборостроение в XXI веке – 2016. Интеграция науки, образования и производства : сборник материалов XII Международной. научно-технической конференции. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2016. – С. 259–265.
8. Муравьева, О. В. Влияние регулярных перепадов сечения на контролепригодность прутка при контроле акустическим волноводным методом / О. В. Муравьева, В. А. Стрижак, А. В. Пряхин // Дефектоскопия. – 2014. – № 4. – С. 41–49.
9. Буденков, Г. А. Акустика затрубного пространства добывающих и нагнетательных скважин / Г. А. Буденков, О. В. Недзвецкая, В. А. Стрижак // Дефектоскопия. – 2003. – № 8. – С. 3–10.
10. Муравьева, О. В. Оценка чувствительности метода акустической рефлектометрии к дефектам теплообменных труб / О. В. Муравьева, В. А. Стрижак, А. В. Пряхин // Дефектоскопия. – 2017. – № 3. – С. 27–34.
11. Лебедева, Т. Н. Разработка методов акустического контроля прутков из инструментальной стали : автореферат. – Ижевск : Изд-во СО РАН, 2004. – 20 с.
12. Акустический волноводный контроль линейно-протяженных объектов / О. В. Муравьева, В. В. Муравьев, В. А. Стрижак, С. А. Мурашов, А. В. Пряхин // Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2017. – 234 с.
13. Стрижак, В. А. Искусственный отражатель для настройки дефектоскопа, реализующего акустический волноводный метод контроля композитной арматуры // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2020. – Т. 23, № 2. – С. 5–15.
14. Акустика в задачах : учебное руководство для вузов ; под ред. С. Н. Гурбатова и О. В. Руденко. – Москва : Наука ; Физматлит, 1996. – С. 336.

К. С. Ефремов, аспирант, efremofk@yandex.ru
В. А. Шестаков, аспирант
А. В. Клековкин, младший научный сотрудник
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Обзор жестовых алгоритмов управления *

В работе приведен обзор существующих методов и алгоритмов жестового управления. Приведены тенденции применения управления в зависимости от сферы использования устройства. Рассмотрены проблемы применения и реализации алгоритмов жестового управления. Рассмотрены возможные варианты применения устройств распознавания жестов. Сложившиеся условия пока не позволяют в полной мере пользоваться всеми возможностями распознавания жестов.

Ключевые слова: управление жестами; искусственный интеллект.

Введение

Развитие техники и технологий на сегодняшний день позволяет выпускать большое количество интеллектуальных устройств в виде различных роботов и электроники, и программ. Актуальным остается вопрос о выборе типа управления для каждого устройства. Наиболее популярным и распространенным вариантом управления является ввод команд с клавиатуры и «мыши». Устройства с *touchpad* и *touchscreen* предоставляют тот же самый интерфейс, что и компьютерная мышь. В таком варианте для распознавания команд управления от человека требуется только нажимать или касаться определенных частей устройства. Но данный способ управления не является для человека «естественным», т. к. при личном общении одного человека с другим человеком или с множеством людей контакт между ними выстраивается через голос, мимику, жесты, положение тела, взгляд. Эти составляющие «естественного» общения можно применять в целях управления различными электронными устройствами. Голосовое управление на сегодняшний день представлено в виде голосовых помощников «Алиса» от Яндекса [1], *Siri* от *Apple*, *Cortana* от *Windows* [2] и др. Распознавание лица, мимики часто применяется в телефонных приложениях в целях безопасности и развлечения [3]. Распознавание положений тела реализовано в игровой приставке *Microsoft Kinect* и применяется для игр с одноименной игровой приставкой [4]. Распознавание жестов так же реализовано в виде некоторых библиотек и программ [3, 5, 6].

Основная сложность применения составляющих «естественного» для человека общения – высокая «зашумленность» подаваемых команд [6, 7]. Так, при голосовом управлении микрофон улавливает все звуки в диапазоне своей

© Ефремов К. С., Шестаков В. А., Клековкин А. В., 2021

* Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № FZZN-2020-0011 «Исследование динамики и разработка алгоритмов управления мобильных роботов», а также поддержана внутренним грантом ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» КЮЛ/20-55-12.

чувствительности, добавляя шумов к распознаванию. При распознавании поз и жестов, которые, как правило, осуществляются при помощи оптических камер, системе управления необходимо выделять из общей записи человеческое тело или руку с пальцами для распознавания поз или жестов. При работе с камерой необходимо учитывать, что между камерой и объектом отслеживания могут находиться посторонние предметы, которые не должны влиять на результаты распознавания. Требуется учитывать контекст, при котором была выполнена та или иная команда. Действие может быть распознано неверно. Все эти ограничения создают сложности в применении «естественных» для человека команд управления.

Основная часть

В этой работе подробнее рассмотрим проблему жестового управления мобильными роботами. Под жестами будем рассматривать некоторые движения тела человека или его частей, несущие определенный смысл [8]. Устройства по распознаванию жестов могут быть выполнены на основе оптических моно- и стереокамер [8], камер глубины [9], в виде электронных устройств – «перчаток» надеваемых на руку и джойстиков [10]. Электронные устройства в виде перчаток наиболее просты в изготовлении, но являются громоздкими и неудобны в использовании, т. к. требуют подстройки устройства под индивидуальные особенности руки управляющего, поэтому не могут применяться универсально. Достоинствами применения жестового управления являются:

1) Управление через оптическую камеру отвязывает оператора от устройства и позволяет исключить проводные и беспроводные каналы связи между объектом управления и оператором.

2) Жестовое управление зачастую оказывается более предпочтительным в условиях больших шумных помещений, чем голосовое.

3) Количество каналов управления для мобильных роботов, как правило, невелико («Стоп», «Вперед», «Назад», «Налево», «Направо»). Жесты, обозначающие данные команды, широко распространены и понятны людям, разговаривающим на разных языках. (Интуитивно понятный интерфейс).

4) Системы распознавания жестов можно применять для работы людей с повышенными потребностями.

Рассмотрим некоторые примеры устройств и алгоритмов жестового управления.

1) Устройства распознавания жестов на основе инерциальных навигационных систем (ИНС), состоящих из микроэлектромеханических сенсоров – гироскопа, акселерометра и магнитометра. К таким устройствам относится, например, игровой контроллер *Wii* [11]. Данное устройство является механическим и позволяет распознавать жесты, подаваемые изменением положения рук. Жесты пальцами не распознаются.

2) Системы распознавания жестов на основе цветных моно- и стереокамер работают, как правило, на основе обработки снимков различными графическими методами или искусственными нейронными сетями [12]. В работе [6]

приведен метод распознавания количества вытянутых пальцев на основе изменения изображения. Алгоритм работы метода:

- по камере инициализируется фон изображения и выделяется «область интереса»;
- человек может двигать в «области интересов» рукой, где программа распознавания отличает руку от фона и выделяет «центр масс» выделенной руки;
- относительно центра масс на изображение накладывается окружность, программируемая индивидуально в зависимости от размеров руки и выделенной области;
- по количеству пересечений выделенной области окружностью определяется количество вытянутых пальцев.

Данный алгоритм определения жестов прост в реализации, не требователен к вычислительным ресурсам, но работает только в статических условиях и требует перенастройки системы при смене заднего фона или изменении расстояния до вытянутой руки, поэтому не подходит для использования в качестве системы распознавания жестов на мобильных роботах.

Применение нейронных сетей для распознавания дает более стабильные результаты [12]. Применяется как для цветных камер, так и для камер глубины. Сложность заключается в подготовке обучающих выборок и обучении нейронных сетей; прост в применении, дает более стабильные результаты, чем распознавание на основе цветовых преобразований.

3) Системы распознавания жестов на основе камер глубины, таких как *Microsoft Kinect*, *Asus Xtion* могут передавать на вход алгоритмов обработки трехмерную картинку и отслеживать объекты в пространстве [9]. При обработке данных, принятых с камер глубины, может применяться метод «области интересов» (как и для моно- и стереокамер), но позволяющий расширить функционал до 3-мерного пространства. Для распознавания жестов с помощью камер глубины могут также использоваться и нейронные сети [12].

Заключение

Тема жестового управления устройствами актуальна и пока не решена полностью. На сегодняшний день активно ведутся разработки мобильных роботов, повышается их точность, и улучшаются алгоритмы контроля траектории [13]. По жестовому управлению мобильными роботами предложено много способов решения поставленных задач, но каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками. Универсального рабочего решения пока не предложено.

Список литературы

1. Аль-Кайси, А. Н. Интеллектуальный голосовой помощник Алиса на уроках русского языка как иностранного (уровень А1) / А. Н. Аль-Кайси, А. Л. Архангельская, О. И. Руденко-Моргун // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2019. – Т. 12. – №. 2.

2. *López, G.* Alexa vs. Siri vs. Cortana vs. Google Assistant: a comparison of speech-based natural user interfaces / *López G., Quesada L., Guerrero L. A.* // International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. – Springer, Cham, 2017. – С. 241–250.
3. *UDP: Google mediapipe.* – URL: <https://github.com/google/mediapipe> (дата обращения: 14.11.2020).
4. *Zhang, Z.* Microsoft kinect sensor and its effect // IEEE multimedia. – 2012. – Т. 19. – №. 2. – С. 4–10.
5. *UDP: Gesture Recognition.* – URL: <https://github.com/Gogul09/gesture-recognition> (дата обращения: 14.11.2020).
6. Hand gesture recognition using python / D. K. Ray [et al.] // Int. J. Future Revolut. Comput. Sci. Commun. Eng. – 2004. – Т. 4. №. 6. – С. 2459–5462.
7. Использование жестовых интерфейсов при взаимодействии с объектами / В. Л. Авербух, Н. В. Авербух, И. С. Стародубцев, Д. Ю. Тоболин // Научная перспектива. – 2014. – №. 10. – С. 56.
8. *Девятков, В. В.* Распознавание манипулятивных жестов / В. В. Девятков, А. Н. Алфимцев // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2007. – №. 3.
9. *Нагапетян, В. Э.* Распознавание жестов руки в задаче бесконтактного управления беспилотным летательным аппаратом / В. Э. Нагапетян, В. М. Хачумов // Автометрия. – 2015. – Т. 51. №. 2. – С. 103.
10. *Mitra, S.* Gesture recognition: A survey / S. Mitra, T. Acharya // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews). – 2007. – Т. 37. №. 3. – С. 311–324.
11. Gesture recognition with a Wii controller / T. Schlömer, B. Poppinga, N. Henze, S. Boll // Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction. – 2008. – С. 11–14.
12. *Murakami, K.* Gesture recognition using recurrent neural networks / K. Murakami, H. Taguchi // Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. – 1991. – С. 237–242.
13. *Ardentov, A. A.* Euler elasticas for optimal control of the motion of mobile wheeled robots: the problem of experimental realization / A. A. Ardentov, Y. L. Karavaev, K. S. Yefremov // Regular and Chaotic Dynamics. – 2019. – Т. 24. №. 3. – С. 312–328.

Использование информационных технологий в дистанционном обучении

Статья анализирует дистанционное обучение, основанное на использовании информационных технологий. Развитие интернет- и информационных технологий поставило систему образования перед необходимостью использовать новые средства и методы обучения для повышения качества усвоения знаний. Правильное использование веб-технологий и систем видеоконференций позволяет в удобной и простой форме реализовать эффективное обучение и получить надлежащего качества знания, навыки и умения.

Ключевые слова: информационные технологии; традиционный тип образования; дистанционное обучение; системы дистанционного обучения; видеоконференции; автоматизация.

В результате современной революции в информационных технологиях появился так называемый информационный взрыв. Он представляет собой постоянное увеличение скорости и объемов информации в масштабах нашей планеты. В связи с этим ставится острый вопрос в плане постоянного обновления знаний, и роль образовательного процесса в этом случае крайне важна. Использование традиционного образования дает возможность передавать знания от человека к человеку, но несмотря на то что такой тип образования справляется со своей главной целью, все же он имеет ряд существенных недостатков. В настоящее время к специалистам в любой сфере предъявляются высокие требования, однако не все люди успевают или не могут актуализировать свои знания, приобрести необходимые навыки, умения, повысить квалификацию. Все это позволяет говорить об актуальности исследуемой проблемы использования информационных технологий в дистанционном обучении.

Развитие технологий поставило систему образования перед необходимостью использовать новые средства обучения [1]. За свою небольшую историю интернет превратился в одно из главных средств массовых коммуникаций, используемых для общения, торговли, развлечений и т. д. Уже сейчас любой человек, владеющий компьютером или смартфоном, может с легкостью получать интересующую его информацию. Совокупность интернет-технологий и информационных технологий, направленных на получение знаний, называется дистанционным обучением [2].

Такой тип образования набирает большую популярность во всем мире. Дистанционное обучение позволяет обеспечить: экономию времени, гибко выбирать график обучения, доступность учебного материала, развитие конкрет-

ных наборов знаний и навыков, а также получение актуальных знаний, которые возможно применить на практике. Дистанционное обучение можно использовать как для непрерывного образования, так и для повышения квалификации или переподготовки специалистов. Учитывая тенденции современного мира и его информатизацию, можно сделать вывод, что такой тип обучения претендует на прочное место на рынке образовательных услуг [3].

Форма дистанционного обучения, его структура и организация образовательной информации отличаются от традиционного типа обучения. Для традиционного типа характерно использование печатных книг, учебников, посещение лекций для предоставления информации, в свою очередь, дистанционный тип предполагает подачу информации в электронном виде. Основными технологиями дистанционного обучения являются: использование видеоконференций и видеоуроков для проведения занятий между преподавателем и учениками в интернете, а также использование специальных образовательных систем, так называемых систем дистанционного обучения (СДО), для предоставления обучающего материала, прохождения тестовых заданий и т. д.

Система видеоконференций и видеоуроков представляет собой технологии телекоммуникации, которые позволяют с использованием соответствующих устройств (видеокамера и микрофон) двум или более абонентам видеть и слышать друг друга независимо от расстояния между ними. Передача изображения и звука осуществляется при помощи использования стандартных аудио- и видеокодеков. Во время видеоконференций абоненты могут обмениваться файлами, показывать презентации, общаться в личных или общих чатах [4]. Видеоконференции, как правило, осуществляются через сторонние программы, к примеру, *Skype*, или с использованием веб-технологий, к примеру, *BigBlueButton*, *Zoom*.

Следующая важная технология в дистанционном образовании это – СДО. Такая система представляет из себя платформу, которая использует интернет-технологии и направлена на организацию и автоматизацию большинства процессов, связанных с обучением [5]. Из-за того, что такая система построена на базе использования сети Интернет, она должна быть всегда устойчивой и работать без перебоев. Такая система имеет ряд возможностей:

1. Загрузка учебных материалов. Чаще всего бывает, что СДО уже поставляются с готовыми учебными материалами, однако всегда есть возможность размещения материалов в системе самостоятельно, с использованием форматов SCORM или *Tin Can (xApi)*.

2. Мобильность. Такая система доступна с любого устройства, учащиеся и преподаватели не привязаны к конкретной платформе.

3. Аналитика. Система дистанционного обучения позволяет показывать, сколько пользователи тратят времени на прохождение курсов, тестов. Анализирует посещение учащихся, показывает прогресс и эффективность обучения.

4. Контроль обучения. В системе преподаватель может управлять и контролировать обучение учеников, выбирать необходимые курсы, лекции, практические задания. Такая система с легкостью позволяет формировать учебный план.

5. Обратная связь. Взаимодействие между учащимися и преподавателем позволяет решить вопросы по эффективности обучения. Обратная связь помогает обновлять учебный материал с учетом мнения учащихся.

Система дистанционного обучения является достаточно серьезным программным продуктом, поэтому создание такой системы занимает много времени. Как правило, такие системы разрабатываются на таких языках программирования, как *PHP*, *GO*, *C++*. Рынок ПО предлагает как бесплатные, так и коммерческие системы дистанционного обучения. Бесплатные решения сложны в настройке и чаще всего пользуются популярностью в вузах, к примеру, *MOODLE*. Работа с коммерческими решениями намного проще, они учитывают современные тенденции в обучении и имеют быструю обратную связь. Такие системы отлично подходят как для частных учебных центров, так и для компаний, которые нацелены на обучение сотрудников внутри организации. Примеры коммерческих решений: *GetInfo*, *iSpring Learn*, *Mirapolis LMS*.

Развитие информационных технологий и интернета позволило дистанционному обучению выйти на новый этап развития и обрести популярность по всему миру. Дистанционное обучение открывает огромную возможность для людей получить знания и навыки. Важно понимать: такой тип обучения – не панацея и, хотя оно имеет ряд существенных плюсов, полностью заменить традиционный вид получения образования не получится. Если дистанционное обучение имеет системный характер и используется в совокупности с посещением занятий и лекций традиционного типа, то оно способно предоставить учащему надлежащего качества знания, навыки и образование в целом. Важным фактором для контроля усвоения изучаемых материалов являются информационные системы тестирования, позволяющие повысить эффективность учебного процесса [6, 7].

В заключение можно выделить следующие основные технологии дистанционного образования:

1. Видеоконференции и видеоуроки. Используются для обучения с использованием телекоммуникационных технологий. Преподаватель при помощи видеокамеры и микрофона транслирует и излагает учебный материал для учащихся.

2. Использование систем дистанционного обучения. Система дистанционного обучения представляет из себя платформу, которая автоматизирует процессы обучения. Система предоставляет учащемуся возможность проходить курсы, лекции, практические задания, тесты. Проверяющему получать аналитику, формировать учебный план, контролировать обучение. Главной особенностью такой системы является мобильность. Она доступна с любого устройства, т. к. система используется в совокупности с интернет-технологиями.

Список литературы

1. *Шадриков, В. Д.* Информационные технологии в образовании: плюсы и минусы / В. Д. Шадриков, И. С. Шемет // Высшее образование в России. – 2009. – № 11. – С. 61–65.

2. *Дятлов, С. А.* Интернет-технологии и дистанционное образование / С. А. Дятлов, А. В. Толстопятенко. – URL: <https://tinyurl.com/y4npx7gd> (дата обращения: 15.11.2020).
3. *Ангелова, О. Ю.* Тенденции рынка дистанционного образования в России / О. Ю. Ангелова, Т. О. Подольская // Концепт. – 2016. – № 2. – С. 26–30.
4. *Айдынбай, Т. Ж.* Вебинары и видеоконференции в системе дистанционного обучения / Т. Ж. Айдынбай, Г. Ж. Шуйтенов // Наука, техника и образование. – 2015. – № 4. – С. 77–83.
5. *Лазутин, С. Б.* Новые информационные технологии в системе дистанционного обучения // Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». – 2012. – № 1. – С. 161–164.
6. *Дружинина, Е. В.* Разработка руководства пользователя информационной системы тестирования школьников / Е. В. Дружинина, С. В. Вологдин // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – Т. 18. № 2. – С. 86–87.
7. *Юсупов, Р. Р.* Организация доступа к данным на основе бинарных правил в интеллектуальной системе тестирования / Р. Р. Юсупов, С. В. Вологдин, А. П. Бельтюков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2017. – Т. 15. № 4. – С. 49–54.

Строительно-конструктивные мероприятия по энергосбережению

Раскрыта проблема сбережения энергии в строительной сфере, перечислены различные мероприятия, которые помогают сократить энергозатраты при возведении и эксплуатации жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений. Приведены основные причины тепловых потерь через ограждающие конструкции. Рассмотрены и проанализированы энергосберегающие конструктивные, градостроительные, архитектурно-планировочные и инженерные решения и мероприятия.

Ключевые слова: энергосбережение; энергозатраты; энергосберегающие конструктивные решения; архитектурно-планировочные решения; инженерные мероприятия.

Главной проблемой энергосбережения является устранение или уменьшение тепловых потерь через ограждающие конструкции. Они происходят по трем основным причинам:

1. Вследствие теплопроводности стены, покрытия, перекрытий, а также излучения, конвекции.
2. В результате теплопроводности и конвекции всех остеклений.
3. Путем перетока воздуха через окна, двери, вентиляцию или путем инфильтрации через щели.

Все чаще перед нами встает вопрос о проблемах сбережения энергии. Снизить энергосбережение на этапе строительства можно с помощью различных строительных, архитектурных и инженерных решений. Рассмотрим строительно-конструктивные мероприятия по энергосбережению.

Наиболее разумным энергосберегающим конструктивным решением в наружных ограждениях являются многослойные структуры стен и покрытий с применением минеральных материалов. Самой дорогой и трудоемкой процедурой является утепление наружных стен. Наилучший вариант утепления наружных ограждающих конструкций – вентилируемый фасад (рис. 1).

В стене делают щелевое пространство шириной 2–3 мм, тем самым обеспечивая место для прохождения воздуха под действием естественной тяги. В холодный период года воздух нагревается от стены и попадает в помещения, а в теплый период каналы закрываются заслонками, превращая пространство в замкнутые прослойки, которые увеличивают сопротивление наружной стены. Вентилируемый фасад улучшает архитектурно-эстетический вид здания.

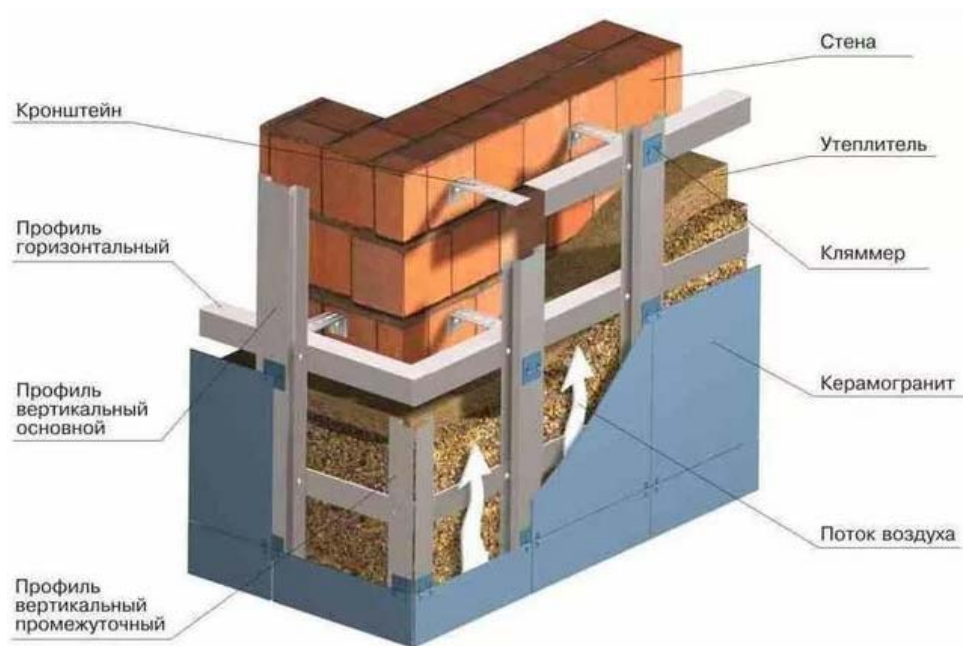


Рис. 1. Вентилируемый фасад здания

Большое количество тепловых потерь выпадает на окна – почти 50 % потерь тепла [1], поэтому необходимо увеличить теплозащитные качества окон. Решением этой проблемы является утепление откосов с установкой наличников (рис. 2).

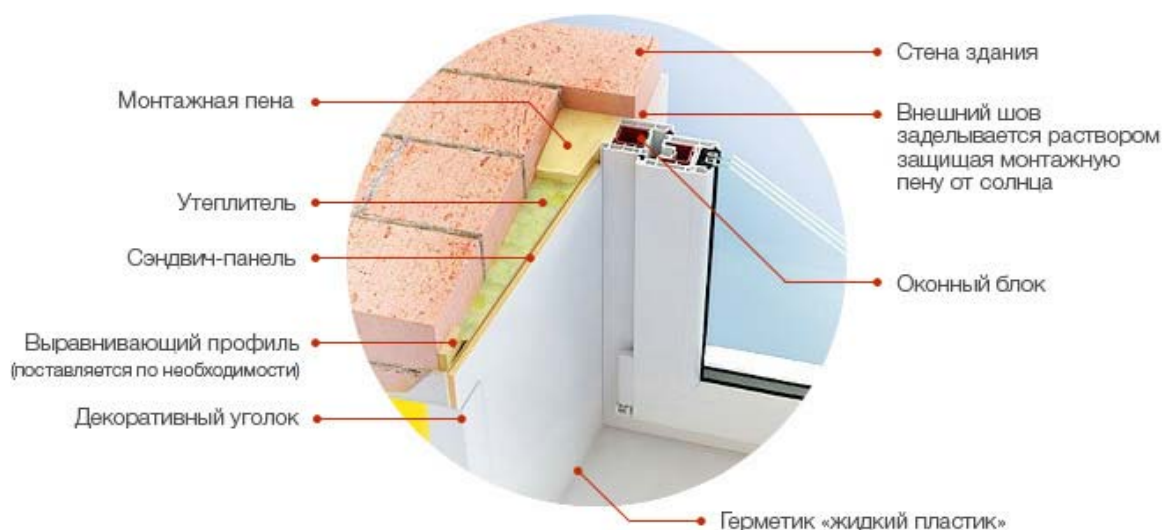


Рис. 2. Утепление откосов с установкой наличников

Установка светопрозрачного экрана, с помощью которого ограничивают естественную конвекцию, также снижает уменьшение потерь тепла. Иным решением будет установка дополнительного (тройного) или теплопоглощающего (теплоотражающего) остекления для сокращения поступлений тепла в помещение. Кроме этого, для энергосберегающих градостроительных мероприятий приняты следующие решения:

1. Приостановление расширения территории городов для рационального использования городских энергосистем.

2. Внесение в начальные стадии проектирования мероприятия по устранению сквозного ветра. Проектирование углубленных зданий в низинах, за лесом, холмом.

3. Использование тепловой энергии Земного шара. С целью экономии ресурсов развивать подземную урбанизацию.

4. Размещение наилучшим образом зданий и комплексов на начальной стадии проектирования с использованием рельефа местности для снижения энергозатрат.

Комплексы часто проектируют так, чтобы дворовая территория была окружена зданиями, тем самым уменьшая влияние погодных условий на придомовую территорию.

Немаловажную роль играют и энергосберегающие архитектурно-планировочные решения. Для уменьшения энергозатрат в данном направлении предусматривается:

1. Строительство ширококорпусных домов с уменьшением площади на 1 м^2 жилой площади [5].

2. Возведение мансардных этажей на существующих зданиях для уменьшения теплопотерь через покрытие.

3. Упрощение взаимного расположения зданий. Важно, как будет расположено здание относительно других. Здание может защищать придомовую территорию и ближайшие дома от погодных факторов: снега, дождя, ветра.

4. Выбор наилучшего расположения зданий по сторонам света.

5. Выбор формы здания для защиты от ветровых потоков (рис. 3).

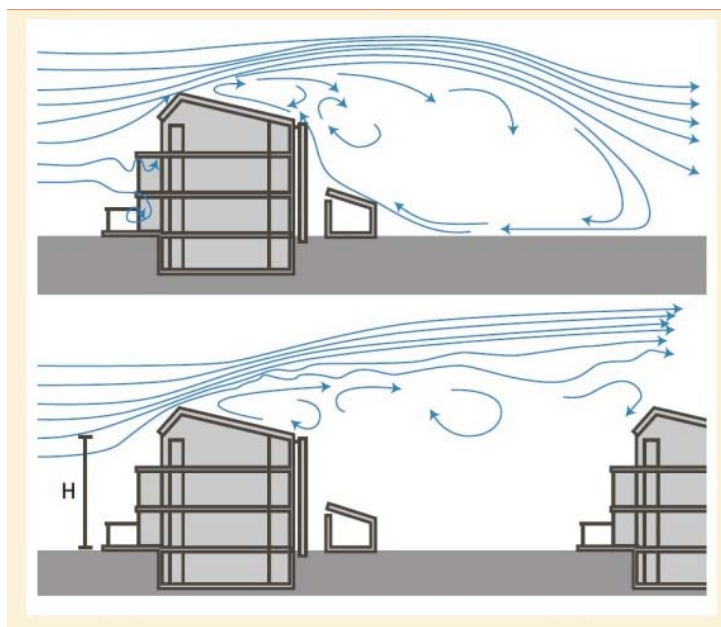


Рис. 3. Влияние формы и расположения здания на ветровые потоки

Наилучшее расположение здания по сторонам света позволяет использовать солнечную энергию в виде дополнительных теплопоступлений. Важно не только чтобы южный фасад был освещен лучше, чем северный, но и чтобы жилые и часто посещаемые комнаты располагались на южной стороне здания [4].

Использование максимально выгодного положения здания по рельефу показано на рис. 4

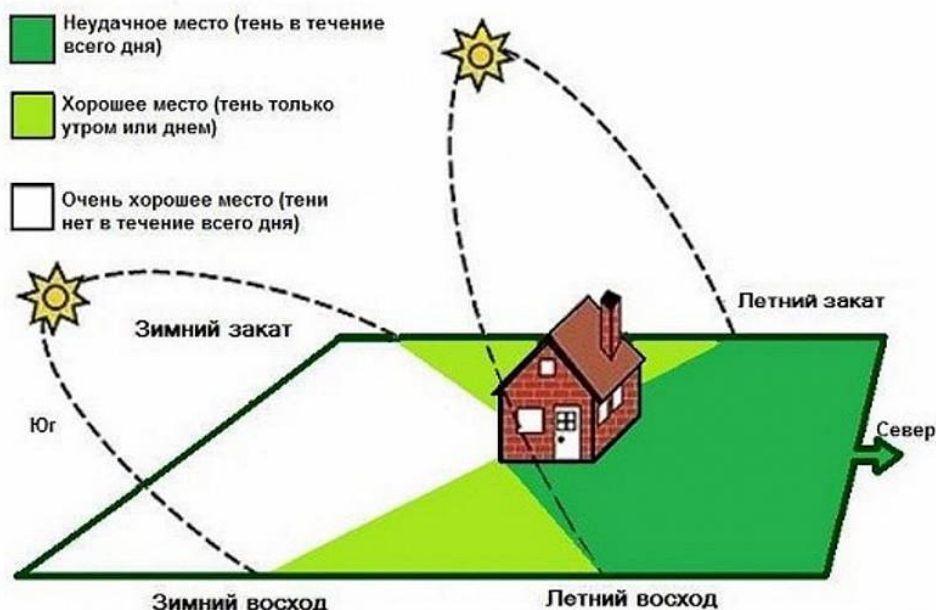


Рис. 4. Влияние расположения здания по сторонам света

Наиболее благоприятное расположение на безветренной стороне, в плоскоравнинных или пересеченной равнинной категории местности. Уменьшить энергозатраты поможет и заглубление жилища. Земля защитит от ветра, холода, а также будет барьером для потерь тепла. В таком случае наиболее благоприятные условия – два этажа и кубическая форма здания [2].

Утечки большого количества энергии помогут избежать энергосберегающие инженерные решения. Для уменьшения энергозатрат используются различные приборы и оборудование, которые помогают снизить затраты тепла. К таким мерам снижения затрат относят:

1. Устройства вентилируемых окон, предназначенных для принудительного удаления воздуха в воздухопроводы естественной вентиляции и удаление нагретого воздуха в атмосферу посредством проветривания. В холодный период года теплый воздух проходит через вентилируемое окно из помещения наружу, а окно играет роль теплоизолятора. В теплый период года воздух охлаждает нагретые окна, уменьшая теплопоступления внутрь. Таким образом можно снизить нагрузку на кондиционирование и уменьшить энергозатраты [2].

2. Использование терморегулирующей аппаратуры, предназначенной для регулирования обогрева жилых зданий в холодный период года. Для возможности регулирования обогрева помещения, в зависимости от самочувствия человека, для обеспечения ему комфортных условий устанавливаются данные терморегулирующие клапаны.

3. Применение котельного оборудования с высоким КПД и производительностью, достижение оптимального режима работы, сокращение расходов на обслуживание. Все это можно достичь заменой старого оборудования на новое, с современной автоматикой [3].

4. Замена ламп накаливания на люминесцентные. Люминесцентные лампы потребляют в 4–9 раз меньше электроэнергии, срок их службы в 2–3 раза больше, чем у ламп накаливания [1].

5. Учет расположения отопительных приборов для уменьшения энергозатрат в системе отопления. Затраты на энергию можно уменьшить установкой защитного экрана с низкой степенью черноты. Выделяется три режима энергосбережения в работе системы отопления: основной режим, когда в помещении поддерживаются заданные параметры температуры и влажности; дежурный режим, когда после основного режима в нерабочее время система переводится в режим поддержания пониженной температуры; режим форсированного нагрева помещения, в котором система максимально быстро нагревает помещение после охлаждения.

6. Отопление помещений рециркуляционным воздухом снижает энергозатраты утилизации теплоты удаляемого воздуха [1].

7. Обеспечение теплоты в помещении с помощью воздушного отопления. Воздух, нагреваемый паром, горячей водой и другими теплоносителями в калориферах или воздухонагревателях поступает в помещения через воздухораспределители. Другой способ, когда теплый воздух проходит во внутренних каналах вокруг помещения и отдает тепло через стенки.

8. Использование газовых инфракрасных излучателей для отопления зданий. Система обогревает постоянные и временные рабочие места. Отопительными приборами служат горелки инфракрасного излучения.

9. Применение газоздушного лучистого отопления. Применяют для производственных помещений. Функцию отопительных приборов выполняют трубопроводы с высокой температурой, проходящие в верхней зоне помещения.

10. Введение периодичности работы системы вентиляции и кондиционирования воздуха в помещении. Воздухообмен в помещении непостоянный и происходит только при срабатывании автоматики, которая настраивается под определенные параметры помещения. Данный метод применяют для стабилизации температуры, влажности, газового состава воздуха. Снижением энергозатрат на вентиляцию и кондиционирование может послужить замена старого оборудования на новое, подбор дорогостоящих воздухораспределителей, установка новой современной автоматики [1].

11. Применение воздушных завес. Воздушные завесы устанавливаются на входе в здания, при часто открывающихся дверях, или с большой площадью проема. Данное решение направлено на уменьшение затрат теплоты на нагрев воздуха, приходящего через проемы, окна, двери, а также снижение нагрузки на отопление. Воздушные завесы часто используют совместно с тамбурами, это решение увеличивает энергосбережение.

Вопросы энергосбережения в строительстве актуальны и требуют комплексного подхода к каждой проблеме. Решения, перечисленные выше, являются сложными и нераспространенными, либо занимают много времени. Для максимального сбережения энергии необходимо использование всех мероприя-

тий в совокупности. Главной составляющей энергосбережения является ее постоянный методологический анализ, учет и контроль потребления ресурсов.

Список литературы

1. *Пилипенко, Н. В.* Энергосбережение и повышение энергетической эффективности инженерных систем и сетей / Н. В. Пилипенко, И. А. Сиваков. – Санкт Петербург, 2013. – С. 86–126.
2. *Москалёва, Е. Г.* Проблемы и перспективы развития энергосбережения в российской строительной отрасли / Е. Г. Москалёва, Ю. А. Чегодайкина, М. А. Шукшина // Молодой ученый. – 2015. – URL: <https://moluch.ru/archive/88/17125/> (дата обращения: 19.11.2020).
3. Модернизация котельной. – URL: <https://kotel-kvr.su/modernization-boiler.html> (дата обращения: 19.11.2020).
4. Правильное расположение дома на участке по сторонам света. – URL: <https://remstroitelstvo.ru/raspolozhenie-doma-po-storonam-sveta> (дата обращения: 21.11.2020).
5. Энергоэффективные строительные системы и технологии. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=135 (дата обращения: 22.11.2020).

В. Е. Куляшова, студент, kulyashova.lera.01@mail.ru
О. М. Перминова, кандидат экономических наук, доцент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Анализ тенденций формирования инициатив правовой направленности в рамках некоммерческих организаций

Проведен анализ инициатив некоммерческих организаций, работающих по направлениям защиты прав человека, посредством участия в конкурсе Фонда президентских грантов и конкурсе добровольческих проектов за 2017–2020 годы. Установлено, что решение некоторых проблем территорий, связанных с вопросами правовой направленности, осуществляется путем вовлечения в общественно-полезную деятельность некоммерческих организаций.

Ключевые слова: Фонд президентских грантов; некоммерческие организации; защита прав человека.

Развитие гражданского общества, правовой культуры и правового сознания молодежи требует развития новых форм реализации государственной политики. Важнейшей задачей государства является пропаганда соблюдения гражданами своих обязанностей, уважения прав и интересов других лиц, что регламентируется Основами государственной политики Российской Федерации в сфере развития правовой грамотности и правосознания граждан [1].

Сегодня наблюдается рост активности гражданских инициатив и рост числа некоммерческих организаций, берущих на себя функции повышения доступности и качества юридической и правозащитной помощи, с каждым годом наблюдается рост масштабов их поддержки. Наиболее яркими примерами поддерживающих проектов правовой направленности являются конкурс добровольческих инициатив «Добро.рф» и конкурс инициатив на сайте Президентские гранты.рф.

Анализ данных этих сайтов показал, что с 2017 года в Фонд президентских грантов было подано 87 569 гражданских инициатив. Грантовую поддержку получили 15 877 проектов (из них 5319 проектов по результатам 2020 года). На первый конкурс 2021 года представлено 10 063 инициативы от 8456 некоммерческих организаций из всех регионов России [2]. Число заявок по направлению защиты прав и свобод человека составляет 2572, среди которых поддержку получили 508 проектов, что составляет 19,7 % от общего числа инициатив.

Проекты правовой направленности среди волонтерских инициатив составляют небольшой процент (2,5 % от общего числа проектов), но имеют ярко выраженную динамику роста: с 25 проектов в 2017 году до 364 заявок в 2020 году [3].

Для изучения тенденций и актуальности проектов правовой направленности в Российской Федерации определим, что под механизмом защиты прав человека будем понимать гарантированную законом, установленную систему обеспечения правового статуса человека, включающую упорядоченное функционирование органов публичной власти, правозащитных организаций, а также самостоятельную реализацию субъективных прав и свобод, ориентированную на предупреждение и восстановление нарушенных прав при соблюдении необходимого баланса частных и публичных интересов [4]. К механизмам защиты прав будут относиться и различные проекты, направленные на защиту прав человека, которые во многом осуществляются некоммерческими организациями.

Права – это неотъемлемая часть человека и его жизни, они присущи каждому из нас с момента рождения. С течением жизни они могут видоизменяться. Но помимо того, что у человека есть права, он должен уметь правильно ими пользоваться и защищать их. Согласно статистике по обращениям за правовой помощью можно сделать вывод, что большинство граждан не располагают необходимыми знаниями в данной сфере и за неимением информации не могут полноценно пользоваться данной возможностью [5].

Можно с уверенностью сказать, что тема защиты прав и информированности населения в этой области крайне актуальна.

В ходе исследования были проанализированы заявки на реализацию проектов по направлению «Защита прав и свобод человека и гражданина, в том числе защита прав заключенных».

Анализ показал, что за 2020 год было профинансировано 55 проектов. Распределение проектов-победителей среди субъектов Приволжского Федерального округа за 2020 год представлено в табл. 1.

Таблица 1. Распределение инициатив на сайте Фонда президентских грантов среди субъектов Приволжского Федерального округа за 2020 год

Субъект	Общее количество проектов	Победители конкурса
Республика Башкортостан	6	0
Кировская область	6	1
Республика Марий Эл	5	1
Республика Мордовия	4	0
Нижегородская область	8	2
Оренбургская область	6	0
Пензенская область	2	1
Пермский край	8	0
Самарская область	9	1
Саратовская область	5	1
Республика Татарстан	12	3
Удмуртская Республика	4	1
Ульяновская область	5	0
Чувашская Республика	6	0
ИТОГО	86	11

Как видно из табл. 1, наибольшее число инициатив поступило из Республики Татарстан, общее число заявок от республики составляет около 14 % от всех проектов за 2020 год. Наименьшее количество проектов представлено от Пензенской области, процент от всех проектов составляет около 2 %.

По Удмуртской Республике финансирование получил проект «Права ребенка: конструктор защиты и помощи». Целью данного проекта является повышение качества юридической и правозащитной помощи детям через развитие просветительских и правозащитных компетенций специалистов и гражданских активистов, работающих в интересах семьи и детей, а также формирование безопасной среды для детей в семье и школе. Реализация проекта не только решает проблемы в данный период, но и является значительным вкладом в будущее, т. к. именно от подрастающего поколения напрямую зависит развитие общества в будущем.

Наиболее интересным является проект за 2020 год «Реабилитация осужденных, имеющих зависимость от наркотических средств и психоактивных веществ, с целью предоставления равных прав на здоровье на реабилитацию».

Рост статистики по количеству выявленных преступлений в сфере оборота наркотиков, тенденция по омоложению привлеченных к ответственности и ряд других проблем, связанных с пребыванием в местах принудительного заключения, – все это и привело к необходимости реализации проекта, в котором будут предоставлены меры по снижению рецидивов. Проект затрагивает различные целевые группы – это лица, содержащиеся в местах лишения свободы, ближайшее окружение потребителей психоактивных веществ и люди, находящиеся в местах лишения свободы, страдающие наркологическими заболеваниями, готовящиеся к освобождению.

Предоставляемая реабилитационная программа и поддержка после ее прохождения является хорошим началом новой жизни для тех кто оступился и хочет все исправить.

На первый конкурс 2021 года в Фонд президентских грантов по направлению «Защита прав и свобод человека и гражданина» подано 209 заявок. Из них из Удмуртии – 2.

Анализ типовых направлений волонтерских инициатив, представленных на конкурс на сайте добро.ру, позволил сгруппировать проекты по нескольким категориям:

- 1) Увеличение и развитие волонтерских групп.
- 2) Повышения уровня здравоохранения и продвижение ЗОЖ.
- 3) Эковолонтерство.
- 4) Поддержка и помощь старшего поколения.
- 5) Повышения уровня образованности и культуры среди населения.
- 6) Обеспечение необходимых условий для людей с ограниченными возможностями.
- 7) Развитие младшего поколения.
- 8) Юридическая поддержка.

Каждая категория затрагивает ряд важных проблем, связанных с правовой направленностью. В большинстве случаев в одном проекте могут совмещаться сразу несколько категорий и затрагиваемых проблем. Основная суть каждой категории заключается в защите и поддержке различных групп населения. Благодаря большому разнообразию категорий существенно повышается шанс заинтересовать аудиторию в решении актуальных проблем. Так, каждый потенциальный волонтер сможет найти то направление, которое его в большей степени заинтересует.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что решение некоторых проблем территорий, связанных с вопросами правовой направленности, осуществляется путем вовлечения в общественно-полезную деятельность некоммерческих организаций, финансируемых из грантовых источников. Реализация подобных проектов направлена на поддержание гражданских инициатив, правового воспитания молодежи и общего повышения правовой грамотности населения.

Особенностью инициатив, представленных на Добро.рф, является обращение к волонтерам и волонтерской организации. Статистика реализованных проектов в Добро.рф показывает, что общая доля проектов по правам человека 1,30 %, что крайне мало относительно всех проектов. И это даже при том, что в волонтерской деятельности зачастую в одном проекте совмещены сразу несколько направлений и редко можно найти «чистый» правовой проект (табл. 2).

Таблица 2. Распределение реализованных инициатив по различным категориям в Добро.рф

Направление	Число проектов
Дети и молодежь	15 497
Ветераны и историческая память	8391
Другое	7668
Культура и искусство	7617
Образование	7216
Старшее поколение	6060
Природа	5502
Люди с ОВЗ	4343
Урбанистика	3648
ЗОЖ и здравоохранение	3442
Спорт и события	3008
Помощь животным	2994
Интеллектуальная помощь	2213
Коронавирус	1780
ЧС	1422
Права человека	1076
Поиск пропавших	803

Сравнительный анализ направлений, представленных на сайтах, показал, что «Защита прав и свобод человека и гражданина, в том числе защита прав за-

ключенных» – одно из менее популярных направлений среди всех, как и вопросы прав человека среди добровольческих инициатив (табл. 3). Такое возможно при условии высокой правовой грамотности населения, либо при низком уровне юридической грамотности у населения. Направление права показывает отрицательную динамику представленных в «Президентские гранты.рф» инициатив.

Таблица 3. Распределение реализованных инициатив по направлению «Защита прав и свобод человека и гражданина»

Год	Число заявок	Число поддержанных проектов	Процент поддержанных проектов
2017	620	164	26
2018	603	118	20
2019	758	172	23
2020	480	55	12

Как видно из табл. 3, в 2020 году идет резкий спад как победивших, так и выставленных на конкурс по направлению проектов. Чем же может быть вызван такой резкий спад поддержки со стороны государства проектов правовой направленности? Почему количество подаваемых проектов на конкурс тоже упало? Из-за чего заинтересованность у людей в данной сфере спала? Все это может быть вызвано тем, что, хоть проблема юридической образованности и помощи крайне важна, в 2020 году появились проблемы, решение которых стало более важными. Правовое направление было подавлено в ходе конкуренции с теми направлениями, которые стали актуальны с учетом политической, экологической и социальной сферами в стране.

Проведенный анализ показал, что правовые направления инициатив имеют в своем развитии как положительные, так и отрицательные скачки. Данная ситуация обусловлена чередой внешних факторов, выбором актуальных проблем в тот или иной промежуток времени. При этом постоянно появляются новые развивающиеся направления, право является именно той инициативой, которая успешно закрепились среди всех и на постоянной основе получает поддержку как в финансовом направлении, так и развитии добровольчества.

Список литературы

1. Основы государственной политики Российской Федерации в сфере развития правовой грамотности и правосознания граждан (утв. Президентом РФ 28.04.2011 г. № Пр-1168) // КонсультантПлюс : сайт – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113761 (дата обращения: 22.10.2020).
2. Фонд президентских грантов : официальный сайт. – URL: <https://президентскиегранты.рф/> (дата обращения: 11.10.2020).
3. Аналитика волонтерства России // Добро : сайт. – URL: <https://dobro.ru/analytics> (дата обращения: 11.10.2020).
4. Механизмы защиты прав человека в России. – URL: https://spravochnick.ru/pravo_i_yurisprudenciya/mechanizmy_zaschity_prav_cheloveka_v_rossii/#sovremennyy-mehanizm-zaschity-prav-cheloveka (дата обращения: 22.10.2020)

5. Итоги деятельности Управления в сфере защиты прав потребителей за I полугодие 2020 года // Роспотребнадзор : официальный сайт. – URL: <https://zpp.rosпотребнадзор.ru/info/stat/214552> (дата обращения: 11.10.2020)

Т. Н. Кучина, магистрант, totorosoft@mail.ru
А. Р. Бекмансурова, магистрант
К. И. Глухова, магистрант
О. Б. Гольцова, кандидат технических наук, доцент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка алгоритма в программе ДРАКОН по выбору метрик для оптимизации приложения

В настоящее время существует порядка тысячи приложений, направленных на разные тематики. Но их объединяет то, что вне зависимости от ресурсов в любом случае ведется сбор обратной связи от пользователей. Стоит отметить, что таких методов сбора обратной связи насчитывается более десятка, но именно качественный и глубокий анализ работы приложения можно оценить через применение метрик.

Ключевые слова: алгоритм ДРАКОН, метрики приложения, оптимизация работы приложения.

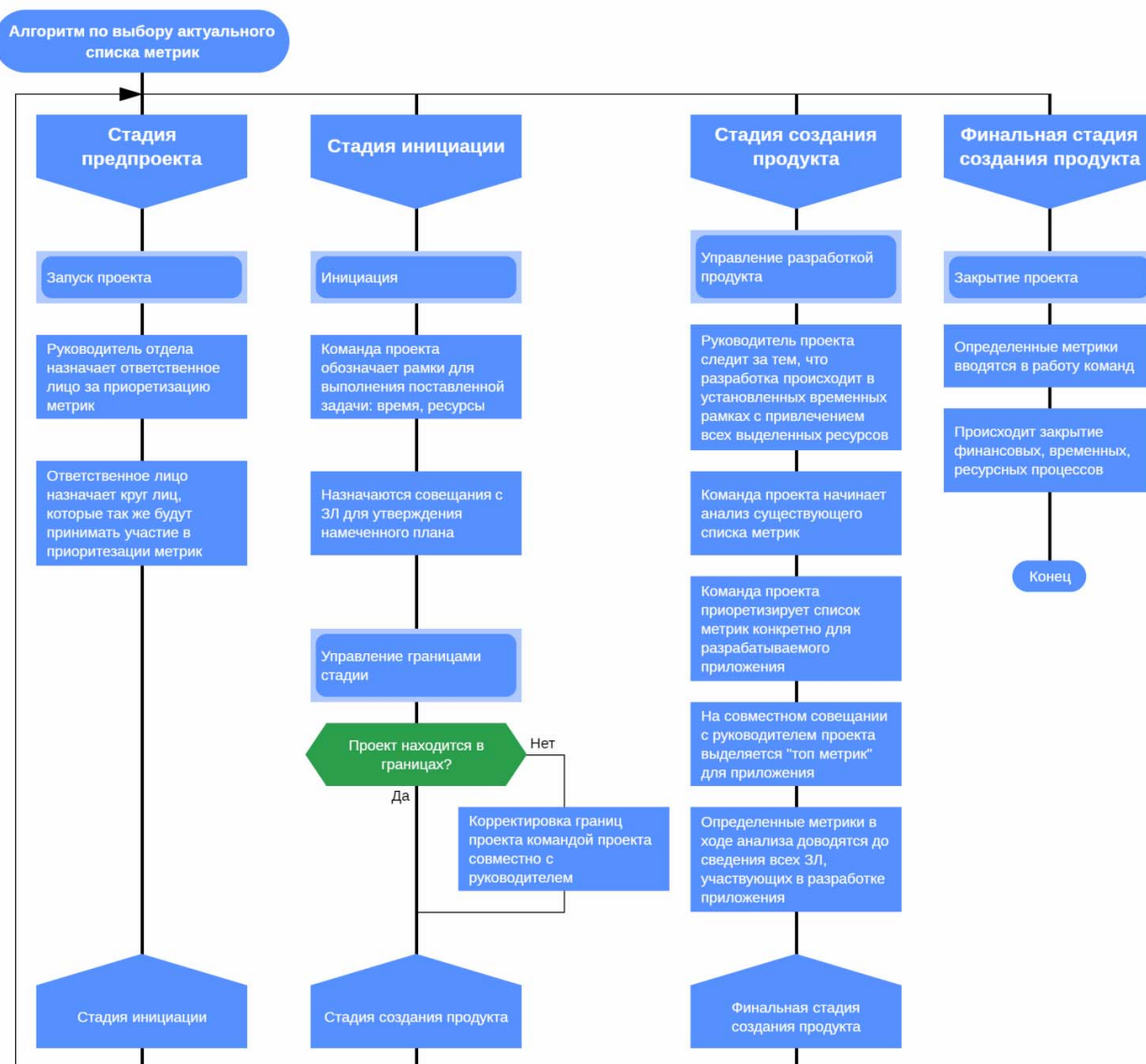
Любой алгоритм является важной частью в работе среди сложных механизмов организации. Именно алгоритм позволяет грамотно и структурированно выстроить всю этапность проведения действий для приближения к намеченным целям организации. Сложность заключается в том, что:

- не ясно, для какого из процессов необходимо в первую очередь выстроить алгоритм;
- существует нехватка ресурсов, которые нужно выделить для создания и утверждения будущего алгоритма;
- незаинтересованность руководства в оптимизации работы приложения [1].

Выше перечислены сложности на более высоком, глобальном уровне при работе с процессами. Но и они оказывают сильное влияние, когда требуется определить пул метрик, с которыми необходимо провести работу. И здесь встают следующие вопросы: как из огромного количества метрик выявить актуальные.

Любой алгоритм сам по себе несложен, трудности возникают на практике, когда необходимо методично выполнять прописанные действия в алгоритме. И здесь кроется большое преимущество – организация, сотрудники которой могут работать по алгоритму (в определенных задачах), достаточно быстро увидит, как «настроенный» процесс стал более производительным [2]. В этом и есть главный плюс работы по алгоритму – четко проанализированные действия при их грамотном исполнении быстро принесут результат.

На рисунке приведен алгоритм, который позволит любой IT-организации провести работу по приоритезации метрик приложения.



Алгоритм ДРАКОН при выборе метрик

Работа выполнена в современном алгоритмичном языке ДРАКОН, который обеспечивает наглядность, а также возможность программирования и моделирования. Другими словами, прописанный алгоритм на рисунке можно запрограммировать в имеющуюся информационную среду в организации. Но это решение остается за руководством [3].

В заключение стоит отметить, что построение любого алгоритма – процесс многогранный, требует много ресурсов. Но при отлаженных этапах алгоритма станет ясно, что такая работа влечет за собой следующие преимущества:

- все сотрудники точно знают, что от них требуется;
- стоят четкие сроки (на этапе диалога с руководителем);
- появляется возможность найти «узкое» место и решить его проблему;
- процесс становится наглядным, а значит, появляется возможность его оптимизации;
- появляются «границы» процесса;

- если цикл построения процесса нужно будет повторить, все точно будут знать, как именно он будет протекать [4].

Список литературы

1. *Дорогов, В. Г.* Введение в методы и алгоритмы принятия решений: Учебное пособие / В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова. – Москва : Форум, 2016. – 320 с.
2. *Хьюз, Дж.* Структурный подход к программированию / Дж. Хьюз, Дж. Мичтом. – Москва : Мир, 1980. – С. 24, 73, 80.
3. *Паронджанов, В. Д.* Графический синтаксис языка ДРАКОН. – 1995. – Т. 3. – С. 45–62. – (Программирование).
4. *Иванов, А. А.* Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А. А. Иванов. – Москва : Форум, 2012. – 224 с.

Г. В. Ломаев, доктор технических наук, профессор, lomaevgv1@mail.ru

Д. С. Рысев, магистрант, rysev_1995@bk.ru

А. Р. Залалутдинова, магистрант, suleiman_1991@mail.ru

Э. В. Павинев, магистрант, pavineff@yandex.ru

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Электромагнитные поля и излучения в вашей квартире и обеспечение комфортных условий проживания

Определены природные (фоновые) уровни электромагнитных полей и излучений, причины их отклонения в среде нашего постоянного обитания. На основе сопоставления отечественных и зарубежных норм предложены три градации уровней ЭМП и И – комфортные, безопасные и предельно допустимые (ПДУ).

Ключевые слова: жилые помещения; природные и техногенные электромагнитные поля и излучения; нормирование критериев проживания; комфортные, безопасные и предельно допустимые уровни.

Состояние системы «человек – среда обитания» в техносфере определяется показателями и критериями *безопасности, комфортности и экологичности*, принципиально различающимися по понятиям и принципам.

Чтобы обеспечить качество жизни человека, необходимо в среде обитания и жилых помещениях создать безопасные, комфортные гигиенические и экологические параметры физических факторов: климатических, механических, электромагнитных, химических, радиационных и т. п. [1–5].

При этом необходимо выполнение *трех принципов*:

1. Природные физические факторы в урбанизированной среде обитания должны быть максимально приближены критериям «хорошей погоды» [6–8].

2. Природные катаклизмы должны быть блокированы, и их показатели снижены до критериев, приемлемых в среде обитания.

3. Техногенные внешние и внутренние воздействия физических факторов должны быть снижены до уровней, не наносящих вреда организму человека при *длительном* воздействии.

Эти *три принципа* являются основой системной концепции обеспечения в среде обитания и в помещениях ЖКХ безопасных и комфортных гигиенических условий (КГУ). Показатели и критерии этих трех принципов необходимо создавать и контролировать в комплексе. Только в этом случае можно обеспечить КГУ.

Из всех перечисленных выше физических факторов в среде обитания *электромагнитные* воздействия являются самыми распространенными и многофакторными. Несмотря на доказанность их вредного влияния на человека строители не уделяют им достаточного внимания. Без обеспечения комфортных

электромагнитных условий (КЭУ) в среде обитания, в жилых помещениях, не соответствующих условиям показателей и критериям «хорошей погоды», нельзя обеспечить качество жизни человека.

Природные электромагнитные критерии «хорошей погоды»

Природные электромагнитные поля и излучения (ЭМП и И), которые должны быть максимально приближены по уровням к критериям «хорошей погоды», имеют широкий спектр. Основными природными полями, синхронизирующими функциональные биоритмы жизнедеятельности человека в месте его пребывания, являются:

- *геомагнитное поле* (поле Земли, представляющее собой диполь, имеющий северный и южный магнитные полюса);
- *циклические вариации геомагнитного поля* (вековые, годовые, месячные, суточные, магнитные бури, связанные с циклами солнечной активности);
- *геоэлектрическое поле* (естественные электрические поля создаются ионосферой – поле конденсатора, одна обкладка которого ионосфера, а другая – поверхность Земли);
- *атмосферика* (грозовые электрические разряды, северные сияния);
- *магнитные волны Шумана* (низкочастотные магнитные резонансные колебания, охватывающие Землю);
- *поток аэроионов* (положительные и отрицательные заряды, возникающие при электрических разрядах в атмосфере).

Ниже мы приводим численные значения перечисленных физических факторов, сопутствующих «хорошей погоде». А значит, они удовлетворяют основным показателям и критериям комфортных электромагнитных условий в помещениях ЖКХ.

Геомагнитное поле (ГМП)

Напряженность $|H| = 41,5 \text{ А/м}$ ($-3,5 \text{ А/м}$; $+5 - 15 \text{ А/м}$ – для помещения) – Московский регион. Номинальное наклонение вектора $I = 67^\circ$ (в пределах углов $\pm 60^\circ$ нижней полусферы для Северного полушария). Направление вектора ГМП к поверхности Земли.

Геоэлектрическое поле (ГЭП)

Напряженность – $|E| = (-130 \pm 100) \text{ В/м}$. Суточные вариации ГЭП – минимум: $2^{\text{оо}}$ и $14^{\text{оо}}$, максимум: $8^{\text{оо}}$ и $20^{\text{оо}}$ МСК. Направление вектора ГЭП во всех случаях ортогонально к поверхности Земли.

Поток аэроионов (АЭИ)

Легкие аэроионы (подвижность $k \geq 0,4 \text{ см}^3/\text{В} \times \text{с}$) (n – ион/см³). Минимум: $n^+ > 400$; $n^- > 400$; максимум: $n^+ < 5000$; $n^- < 5000$.

Коэффициент униполярности:

природное значение

$$K_v = 1,1 < n^+/n^- < 1,2;$$

санитарное

$$K_v = 0,4 < n^+/n^- < 1,0;$$

медицинское

$$K_y = 0,1 < n^+/n^- < 0,2.$$

Волны (резонанс) Шумана ВШ

Импульсы магнитного поля:

частота	(1 – 50) Гц;
форма импульса	двух экспоненциальная;
длительности	переднего фронта (0,15 – 1,5) мкс и полувывсоты (0,15 – 2,5) мс;
амплитуда	напряженность $ H = (0,2 – 3,5)$ А/м.

Природные электромагнитные критерии «плохой погоды»

При «плохой погоде» эти показатели значительно изменяются.

– во время циклонических периодов электрическое поле (ЭП):

$E = \pm(1 – 1,5)$ кВ/м, количество аэроионов: $n^+ = 30 – 80$; $n^- = 20 – 40$;

– во время грозы (0,5–2,0 часа) ЭП: $\pm(5–30)$ кВ/м, аэроионы: $n^+ = 10–20$; $n^- = 5 – 10$;

– во время магнитной бури (0,5–2 суток) вариации ГМП: (1–4) А/м (Москва), вариации ЭП: $e = \pm(1–2)$ кВ/м.

Вариации количества аэроионов: положительные аэроионы составляют более 1000 ион/см³.

Проектируя жилое помещение, необходимо стремиться сохранить КГУ «хорошей погоды» и нейтрализовать условия «плохой погоды».

Техногенные электромагнитные критерии

Рассмотрим ЭМП и техногенного происхождения.

СВЧ-излучение – один из наиболее угрожающих факторов среды обитания (источники: сотовые телефоны, радиотелефоны, устройства *Wi-Fi*, устройства *Bluetooth*, роутеры, СВЧ-печи).

Собранные клинические данные больных и пораженных людей, экспериментально полученные результаты поражения ДНК, клеток и систем органов широкого круга растений и животных, а также эпидемиологические данные, доказывающие, что большинство болезней современной цивилизации – рак, болезни сердца и диабет – в значительной степени вызваны электромагнитным загрязнением, уже превышают объем научной литературы в 10 000 рецензируемых научных статей. Исследованием СВЧ-излучения в городской среде и вопросами защиты от него в России занимаются во многих лабораториях РФ и мира. Проблема чрезвычайно актуальна и требует кардинального подхода. В строительной науке данными вопросами занимается группа профессора В. П. Куприянова в Казанской архитектурно-строительной академии.

Магнитное поле. Вторым угрожающим фактором являются гипогеомагнитные поля (ГГМП). Причины: искажение магнитного поля Земли металлической арматурой стен, полов и потолков, металлическими элементами мебели (столы, стулья, кровати, матрасы, сейфы), чугунные батареи отопления и другие предметы из ферромагнитных материалов. Они появляются в сооружениях, построенных по современным технологиям (монолитные, каркасные), содержащих большие массы ферромагнетиков (стальная арматура, прутки, швеллеры и др.), расположенные группами и одиночно. Гипогеомагнитные поля исследованы наиболее широко В. Ю. Розовым с сотрудниками и Г. В. Ломаевым с со-

авторами. Исследования искажений магнитного поля Земли строительными сооружениями проведены авторами Института технических проблем магнетизма Национальной академии наук Украины чл.-корр. НАН В. Ю. Розовым с сотрудниками А. В. Завальным, С. М. Золотовым, С. В. Грецких.

Переменное магнитное поле НЧ. Электрические магнитные поля промышленной сети 50 Гц (все электрические приборы и устройства квартиры, электропроводка, распределительные щиты). Анализом проблем полей НЧ занимается кандидат технических наук старший научный сотрудник Ю. Г. Рябов. В его работах рассмотрены аспекты нормирования негативного воздействия и защиты от данного вида ЭМП и И. Нам известны исследования МП трансформаторных подстанций и ЛЭП (Д. Е. Пелевин, Е. Д. Пелевина, С. Ю. Реуцкий, Б. И. Кузнецов, Т. Б. Никитина, И. В. Бовдуй, А. В. Волошко, Е. В. Виниченко, Б. Б. Кобылянский, П. Н. Добродеев, А. А. Квицинский и др.).

Электростатика. Естественные электрические поля создаются ионосферой. Внутри помещения за счет трибоэффектов создаются электрические поля за счет трения. Электрические поля, вызванные электризацией диэлектрических материалов квартиры (одежда, шторы, наливные и линолеумные полы и т. п.).

Изучению электростатического поля в плане обеспечения комфортных условий на рабочих местах посвятили свои исследования Ю. Г. Рябов, К. В. Ермаков и С. Э. Билецкий. Ряд работ посвящен вопросам молниезащиты. Речь идет о защите промышленных производств, имеющих повышенную опасность к молниевым разрядам (Ю. Г. Рябов, Г. В. Ломаев, К. В. Ермаков, С. Н. Тюренков, И. Б. Гуров, С. Э. Билецкий и др.).

Перечисленные выше техногенные источники имеют *внутреннее происхождение*, т. е. расположены внутри помещения. Ниже приведены *внешние источники*.

1. СВЧ (антенны сотовой связи, телевизионные вышки, роутеры и *Bluetooth* соседей).
2. Искажение магнитного поля Земли (магнитные бури, перемещение больших ферромагнитных масс: поезда, трамваи, электрички, волны Шумана).
3. Электрические и магнитные поля ПЧ 50 Гц (ЛЭП, трансформаторные подстанции, распределительные электрощиты и др.).
4. Электрические поля – атмосферы.

Нормирование и критерии оценки качества условий проживания

На текущий момент основным критерием пригодности жилых помещений является предельно допустимые условия (ПДУ). Предельно допустимые условия – показатель, при котором не нарушается состояние здоровья при кратковременном воздействии излучений на человека. Строители руководствуются данными критериями, не учитывая такой фактор, как время нахождения людей в данных помещениях. При многолетнем воздействии излучений приближенным к ПДУ это оказывает огромный вред здоровью, поэтому необходимо учитывать другие принципы нормирования касательно жилых помещений.

Из анализа тенденций нормирования уровней ЭМП и И в нашей стране и за рубежом [9] мы предлагаем три градации условий проживания.

1. Комфортные (показатели излучения, при которых можно без вреда для здоровья находиться на протяжении десятилетий). Плотность потока энергии в диапазоне СВЧ от 50 МГц до 3 ГГц: 0,1 мкВт/см². Геомагнитное поле: 36 А/м. Магнитное поле 50 Гц: 0,01 А/м. Электрическое поле 50 Гц: 1 В/м.

2. Безопасные (показатели излучений, при которых на протяжении длительного времени не будет оказываться вред здоровью, но пожизненное нахождение при таких излучениях не рекомендуется). Плотность потока энергии в диапазоне СВЧ от 50 МГц до 3 ГГц: 4 мкВт/см². Геомагнитное поле: 33 А/м. Магнитное поле 50 Гц: < 0,12 А/м. Электрическое поле 50 Гц: 10 В/м.

3. Опасные (ПДУ) Плотность потока энергии в диапазоне СВЧ от 50 МГц до 3 ГГц: 10 мкВт/см². Геомагнитное поле: не менее 26,0 А/м. Магнитное поле 50 Гц: 4 А/м. Электрическое поле 50 Гц: 500 В/м.

Заключение

Продолжением работы является разработка технологии комплексного мониторинга электромагнитных полей и излучений в жилых помещениях. Технология мониторинга основывается на изучении источников опасных полей и излучений в конкретных жилых помещениях (квартирах).

Для активного подключения населения к проблеме обеспечения комфортных условий проживания необходимо разработать памятку о вредном влиянии основных видов полей излучений. Памятка должна включать информацию:

- медицинского характера о вредном воздействии ЭМП и И на организм при различных уровнях и времени воздействия;
- технического характера об источниках ЭМП и И, расположенных в месте проживания (квартире), вне места проживания;
- об уровнях ЭМП и И, соответствующих трем градациям условий проживания (комфортные, безопасные и предельно допустимые ПДУ);
- о содержании этапов комплексного мониторинга жилого помещения (регламент выполнения работы, форму представления, обработки и оформления результатов мониторинга);
- об условиях проведения работ (заключение договора организации, предоставляющей услугу с клиентом, знакомство с планом квартиры, составление перечня источников ЭМП и И и описание их характеристик, определение их мощности потребления).

Отчет о проведенных исследованиях должен заканчиваться рекомендациями по устранению опасных зон в помещении или зон, категория которых не удовлетворяет клиента.

Список литературы

1. Рябов, Ю. Г. Системный подход к оценке и обеспечению условий проживания и пребывания в помещениях зданий и на рабочих местах по фактору геомагнитного поля / Ю. Г. Рябов, Г. В. Ломаев, А. А. Репин // Технологии ЭМС. – 2019. – № 1 (68). – С. 52–60.

2. *Рябов, Ю. Г.* Нормализация безопасных и комфортных условий в помещениях жилых и общественных зданий по факторам электроснабжения / Ю. Г. Рябов, Г. В. Ломаев, А. А. Репин // Технологии ЭМС. – 2019. – № 4 (71). – С. 72–83.
3. *Походзей, Л. В.* Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды : автореферат. – Москва : ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2004. – 44 с.
4. Проблемы безопасности в жилых домах: гипогеомагнитное поле / А. А. Репин, Г. В. Ломаев, Ю. Г. Рябов, П. А. Шихарев [и др.]. – Москва : Стандарты и качество, 2020. – 102–107 с.
5. *Гичев, Ю. П.* Влияние электромагнитных полей на здоровье человека / Аналит. обзор/ Ю. П. Гичев, Ю. Ю. Гичев. – Вып. 52. – Новосибирск : ГПНТБ, 1999. – 90 с. – (Экология). – URL: http://www.spsl.nsc.ru/download/ecology/V_52.pdf (дата обращения: 30.10.2020).
6. *Бинги, В. Н.* Принципы электромагнитной биофизики. – Москва : Физматлит. – 2011. – 592 с.
7. *Розов, В. Ю.* Экспериментальные исследования явления ослабления статического геомагнитного поля в помещении / В. Ю. Розов, Д. Е. Пелевин, С. В. Левина // Электротехніка і Електромеханіка. – 2013. – № 6. – С. 72–76. ISSN 2074-274X.
8. Погода в доме / Г. Рябов, Г. Яковлев, Г. Ломаев, А. Яшин, С. Билецкий // Охрана труда и социальное страхование. – 2014. – № 4. – С. 60–70.
9. Supplement to the Standard of Building Biology Testing Methods SBM-2015 and the associated Building Biology Evaluation Guidelines for Sleeping Areas. [Acting from 5th Draft 5/2015]. – Germany : Institut für Baubiologie + Ökologie IBN, 2015. – 20 p. – Pp. 24–26. – Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekranirovanie-geomagnitnogo-polya-v-sovremennyh-zhilyh-zdaniyah> (accessed 30.10.2020).

Ломаев Г. В., доктор технических наук, профессор
И. Е. Онгарбаев, студент, igor10797@yandex.ru
Ю. Ф. Дородова, студент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Способ мониторинга СВЧ-излучения сотовой связи в открытом пространстве в городской среде*

Рассматривается способ измерения плотности потока энергии СВЧ диапазона в открытом пространстве около многоэтажного дома или на строительной площадке. Рассматривается проблема выбора оборудования, предложен метод ее решения.

Ключевые слова: плотность потока энергии; СВЧ диапазон; жилые сооружения; квадрокоптер.

Введение

В настоящее время методические указания СанПиН 2.1.2.2645-10 рекомендуют использовать подъемно-транспортное устройство, в кабину которого помещается измерительный прибор с оператором, поднимается на необходимую высоту и проводит измерения [1]. Примером такого подъемно-транспортного устройства служит пожарный автомобиль с выдвижной лестницей. Метод трудоемок, требует специально обученных людей и техники с выдвижными лестницами, которые смогут поднять оператора до последних этажей высотных зданий. Помимо этого необходимо обеспечить свободный подъезд техники к придомовой территории. Данный метод мониторинга непригоден в нынешних реалиях. Поэтому стоит вопрос о создании способа доставки измерительного прибора или датчика с радиоканалом до необходимой точки пространства в городской среде с использованием современных технологий и устройств. Далее рассмотрим возможные варианты решения этой задачи.

На сегодняшний день в качестве способа доставки датчика на необходимую высоту можно использовать различные современные методы, например, такие как метеозонд, вертикальный спуск датчика вниз с крыши дома, спуск оператора вместе с датчиком при помощи альпинистского оборудования.

Метод измерения с помощью метеорологического зонда чувствителен к наличию крупных деревьев, кабельных линий электроснабжения и связи над местом измерения, даже малейший ветер делает измерения с помощью метеозонда практически невозможными [2].

Метод измерения с крыши не так универсален, т. к. желательно наличие двух человек при проведении измерений. С другой стороны, он мало зависит от погодных условий, требует минимальных финансовых затрат в сравнении

© Ломаев Г. В., Онгарбаев И. Е., Дородова Ю. Ф., 2021

* Работа выполнена при поддержке гранта ШАВ/20-67-21.

с другими методами, удобен при наличии плоской крыши, позволяет проводить измерения в тех точках, где применение метеошара невозможно.

Способ с применением альпинистского снаряжения требует привлечения к работе промышленных альпинистов, которые имеют допуск на проведение работ на фасадах домов. Такой способ трудоемок, а поэтому требует много времени на выполнение и требует существенных денежных затрат, т. к. стоимость одного часа работы начинается от 1000 руб. [3].

Вышеперечисленные методы трудозатратны, либо дорогостоящи, либо требуют наличия определенных навыков. В настоящее время самым удобным и доступным является способ применения квадрокоптера. Дистанционный мониторинг с его использованием дает возможность отказаться от традиционных методов проведения контроля, когда оператору нужно находиться непосредственно в месте контроля, что в некоторых случаях либо невозможно, либо несет риск здоровью.

Цель работы – создание способа мониторинга ППЭ сотовой связи в открытом пространстве в городской среде с использованием квадрокоптера.

Способ заключается в том, что измерение осуществляется радиодатчиком, прикрепленным корпусу квадрокоптера, а информация передается по радиоканалу связи в режимах:

- а) разнесения частот передачи данных пульта управления квадрокоптера и по каналу «радиодатчик – радиоприемник»;
- б) временного разнесения процессов передачи радиосигналов.

Выбор квадрокоптера

Чтобы и этот способ был менее затратным, необходимо четко понимать, какие функции нам нужны, а от каких можно отказаться. Далее перечислим необходимые функции.

1. Достаточная подъемная сила. Главная задача дрона – обеспечить безопасный подъем измерительного оборудования на необходимую высоту. Средний вес датчика в наших опытах 350–400 грамм. Дрон должен легко поднимать дополнительный вес, при этом его моторы не должны работать на максимальных оборотах и перегреваться.

2. Наличие GPS. Имея на борту функции навигации, возможно отслеживать точное положение измерительного датчика во время измерений как по высоте, так и по координатам в пространстве.

3. Наличие видеокамеры. Вокруг дома и на придомовой территории большинства многоэтажных домов имеются деревья, линии электропередачи и балконы. Оператору важно видеть, что происходит вокруг квадрокоптера, чтобы не потерять дорогостоящее оборудование.

4. Оптимальные размеры. Минимально возможные размеры необходимы для возможности провести измерения в труднодоступных местах.

5. Ремонтопригодность. В случае неудачного полета должна быть возможность быстрого и качественного ремонта. Запчасти к модели квадрокоптера должны быть в магазинах и легко заменяемыми.

6. Длительное время полета. Для проведения целого цикла измерений необходимо, чтобы квадрокоптер находился в воздухе достаточно длительное время. На сегодняшний день максимальное время полета дрона на одном аккумуляторе составляет 25 мин. Для увеличения времени полета необходимо иметь дополнительные аккумуляторы.

7. Наличие официального программного обеспечения (ПО). Для корректного управления необходимо использовать качественное ПО, которое было разработано на заводе-изготовителе и не подвергалось изменениям.

На сегодняшний день на рынке беспилотных летательных аппаратов присутствует большое количество фирм, выпускающих летательные аппараты в различных ценовых категориях и для разных целей.

Квадрокоптер DJI Phantom 3. Лидером рынка БПЛА считается компания *DJI Technology*. Именно она стала выпускать в массовое производство первые квадрокоптеры, способные вести аэросъемку. Опираясь на вышеуказанные требования, мы выделили для себя *DJI Phantom 3 Professional*. Полетное время модели ограничено 25 мин, с дополнительным весом это время сократится до 15–18 минут. Благодаря поддержке GPS и ГЛОНАСС квадрокоптер определяет свое местоположение с точностью до 1,5 м. У него имеется функция автоматического возврата в точку взлета, если во время измерений управляющий радиосигнал пропадет, то дрон автоматически вернется к оператору. Программное обеспечение написано очень продуманно и нацелено на максимально безопасный полет, это доказывают различные защитные системы и алгоритмы, не соблюдая которые квадрокоптер откажется запускать двигатели. Модель хорошо зарекомендовала себя, она проста в управлении, о ней имеется большое количество положительных отзывов [4].

Квадрокоптер Xiaomi Mi Drone 4K. Данная модель квадрокоптера не стала популярной среди пилотов, хотя полностью соответствует всем требованиям, указанным выше, но у нее есть ряд недостатков. Редкое обновление ПО квадрокоптера опасно тем, что пульт управления не может подключиться к некоторым современным смартфонам. Еще одним недостатком является малое количество информации в интернете и отсутствие запчастей [5].

В настоящее время есть возможность самостоятельно собрать беспилотный летательный аппарат, учитывая необходимые параметры. В интернете имеется информация о том, как правильно это сделать. Можно собрать дрон, который будет иметь 3, 4, 6 или 8 моторов, подъемную силу до 15 кг и время полета до одного часа. Собрать такой специализированный мультикоптер стоит очень дорого, и на это потратится большое количество времени, поэтому данный вариант на данном этапе исследований нам не подходит.

Выбранный квадрокоптер *DJI Phantom 3 Professional* был доработан конструктивно для крепления радиодатчика. Для увеличения времени полета до одного часа были приобретены дополнительные батареи в количестве 3 шт. и удобный рюкзак для безопасной переноски всего комплекта летательного аппарата.

Выбор измерительных устройств

Для практического использования способа мониторинга мы выбрали радиодатчик прибора ПЗ-34 [6] весом 300 г и с достаточной мощностью передаваемого сигнала для возможности проводить измерения на удаленности до 50 м от наземной аппаратуры. Конструкция крепления радиодатчика к корпусу квадрокоптера нарушала его баланс при полете даже при ветре до 5 м/с. Установлены режимы работы всей системы, обеспечивающие совместимость каналов радиосвязи за счет:

а) разнесения частот передачи данных пульта управления квадрокоптера и по каналу «радиодатчик – радиоприемник»;

б) временного разнесения процессов передачи радиосигналов на бортовую часть.

Разработанный способ имеет ограничения в применении при низких температурах. Надежность мониторинга обеспечивается при температуре не ниже -10°C .

Выводы

1. Способ мониторинга с использованием квадрокоптера позволяет достаточно быстро делать большой объем измерений, в том числе над поверхностью с труднопроходимым рельефом (водная гладь, глубокий снежный покров, огражденная территория и т. д.). Точное позиционирование и компенсация воздействия ветра позволяет точно установить зону, в которой превышен уровень ЭМИ, а возможность задания траектории полета позволяет проводить измерение в одиночку.

2. Проведенные полевые испытания показали работоспособность системы мониторинга плотности потока энергии излучения антенн сотовой связи с использованием разработанного способа.

3. Определены режимы работы всей системы, которые обеспечивают совместимость каналов радиосвязи за счет:

а) разнесения частот передачи данных пульта управления квадрокоптера и по каналу «радиодатчик – радиоприемник»;

б) временного разнесения процессов передачи радиосигналов на бортовую часть.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях // Библиотека нормативной документации. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293820/4293820246.htm> (дата обращения: 25.10.2020).

2. Жук, В. Е. Новые технологии в измерении параметров атмосферы / В. Е. Жук, С. Б. Жук // Южно-Сибирский научный вестник. – 2015. – Вып. 4. – С. 43–45.

3. Елкибаев, Д. А. Разработка методов и устройств мониторинга СВЧ-излучения в городской среде : автореферат. – Ижевск, 2020. – С. 60–62 с.

4. Летательный аппарат PHANTOM 3 PRO. // Официальный сайт компании DJI в России. – URL: <https://www.dji.com/ru/phantom-3-pro> (дата обращения: 25.10.2020).

5. Квадрокоптер Xiaomi Mi Drone (4k). // РУМИКОМ фирменный магазин Xiaomi. – URL: <https://ru-mi.com/kvadrokofter-xiaomi-mi-dron-4k> (дата обращения: 25.10.2020).

6. Руководство по эксплуатации измерителя электромагнитных полей ПЗ-34 // Электронный фонд правовой и нормативно- технической документации. – URL: https://ntm.ru/UserFiles/File/product/EMF/P3-34/P3-34_manual.pdf (дата обращения: 25.10.2020).

Обзор климатического оборудования

Без кондиционирования воздуха невозможно создать комфортные условия для работы и отдыха людей, невозможно гарантировать технологические параметры промышленного производства. Микроклимат промышленных, общественных, офисных и жилых помещений, в частности параметры температуры окружающей среды, относительной влажности и скорости воздушного потока, оказывает решающее влияние на индивидуальную работоспособность людей. Кондиционирование поддерживает параметры воздуха в помещении в нормативном состоянии.

Ключевые слова: кондиционер; аллергия; сплит-система; фильтры; эффективность очистки.

Шерсть, пыль, плесень, бытовая химия, растения – это «домашние» факторы риска, которые могут вызвать аллергию у близких людей, и они «живут» практически в каждом доме. Наши дома полны потенциальных аллергенов. Чтобы не чувствовать постоянного зуда в носу и глазах, человек с аллергией должен знать, как от нее защититься.

Во-первых, людям, страдающим аллергическими заболеваниями, врачи рекомендуют покупать очиститель воздуха в дополнение к лекарственным средствам. Кондиционер уже не является новинкой в домах наших граждан. Многие люди давно привыкли к такой климатической технике, наслаждаясь ее многочисленными преимуществами. Использование кондиционеров началось сначала в офисах, а затем и в жилых помещениях. После насыщения рынка обычными настенными кондиционерами, рынок стал пополняться мультисплит-системами, которые могут обслуживать не одно, как их простые аналоги, а сразу несколько помещений, расположенных в одном здании. Но самое главное появились кондиционеры, фильтры которых способны задерживать частицы, приводящие к проявлению аллергических реакций [1–4].

Рассмотрим варианты кондиционеров, которые могут устанавливаться в помещениях, чтобы улучшить качество жизни людей, страдающих от аллергии на пыльцу и другие виды аллергенов [5]. Варианты кондиционеров приводятся в табл. 1. Фильтры, применяемые в данных кондиционерах, их описание, срок эксплуатации и стоимость приводятся в табл. 2. Сравнение выбранных – в табл. 3.

Таблица 1. Варианты кондиционеров

№ п/п	Наименование, марка кондиционера	Срок эксплуатации	Тип фильтра	Воздухо- обмен, $L, m^3/час$	Площадь очистки, F, m^2	Эффектив- ность очистки, $E, \%$	Страна производитель (сборка) / страна разработчик (бренд)	Стоимость, руб.
1	Mitsubishi Electric MSZ-FH25VE 	5 лет	Энзимный	558	До 20	99,9995	Thailand (Таиланд)	27 510
2	Hisense AS-10HR4SYDTG5G 	7 лет	Фотокатали- тический	500	До 26	95	China (Китай)	19 950
3	Настенный, сплит-система EcoStar Flash KVS-F07HT 	5 лет	Пылеулавли- вающий	470	До 21	85	China (Китай), Russia (Россия) / Russia (Россия)	10 999
4	Lessar настенный сплит-система серии Cool+ LS-H07KP (-43WM) 	1,5 года	Биофильтр	540	До 21	92	Russia (Россия) / Europa (Европа)	26 600
5	Samsung настенный, сплит-система серии Boracay AQ09TSBNSER 	7 лет	Антибактери- альный	608	До 28	80	China (Китай), Russia (Россия) / Korea (Корея)	18 144

Таблица 2. Область применения фильтров, установленных в кондиционерах

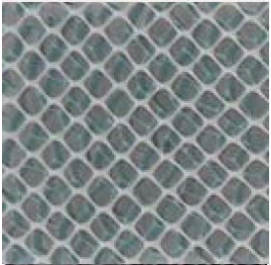
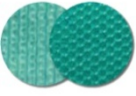
№ п/п	Наименование фильтра	Срок эксплуатации	Описание фильтра	Стоимость, руб/шт.
1	Энзимный 	1 год	Фильтр против аллергенов не только задерживает частицы, способные привести к проявлению аллергических реакций, но и уничтожает их, чтобы избежать повторного попадания в воздух	3040
2	Фотокаталитический 	От 3 до 6 месяцев	Благодаря сложному биохимическому процессу любые органические соединения и вредные химические примеси, попадая в фильтр, распадаются, практически полностью устраняет запах табачного дыма или любые другие неприятные запахи	450
3	Пылеулавливающий	От 3 до 5 месяцев	Воздух быстро очищается, значительно снижается вероятность аллергии и заболеваний органов дыхания	820
4	Биофильтр 	От 5 месяцев	Дополнение к обычному фильтру, которое помогает бороться с бактериями и вирусами. Специальные ферменты биофильтра расщепляют все органические соединения, предотвращая распространение грибов, вирусов и бактерий	250
5	Антибактериальный 	От 4 до 6 месяцев	Фильтры для уничтожения вредоносных микроорганизмов: бактерий, грибов	600

Таблица 3. Сравнение вариантов

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Измерение потребления электроэнергии, кВт/ч				
0,78	0,76	0,67	1	0,89
Ожидаемый срок службы кондиционера/фильтра				
5 лет	7 лет	5 лет	1,5 года	7 лет
1 год	От 3 до 6 месяцев	От 3 до 5 месяцев	От 5 месяцев	От 4 до 6 месяцев
Достоинства				
Энергоэффективный; Минимальный уровень шума	Высокое качество. Надежность и долговечность изделий. Практически бесшумная работа	Энергоэффективный. Компактный. Легкий. Доступная цена	Охлаждает воздух, но не пересушивает его. Компактный размер. Очень легкий в использовании	Удобная система управления. Современный дизайн. Отличное качество сборки
Эффективность очистки, %				
99,9995	95	95	92	80
Область применения фильтра				
Очистка воздуха не только от запахов и пыли, но и от вирусов и бактерий	Улавливает и уничтожает воздушные загрязнения	Улавливает крупную пыль, шерсть животных, тополиный пух	Борется с бактериями и вирусами, расщепляет все органические соединения, предотвращая распространение грибов	Уничтожает вредоносные микроорганизмы: бактерии и грибки
Область применения кондиционера				
В жилых домах, квартирах, офисах, в производственных зданиях	В жилых домах, офисах	В квартирах, жилых помещениях	В жилых домах, квартирах, офисах, в производственных и административных зданиях, общественных зданиях	В жилых, коммерческих и производственных помещениях
Площадь обслуживания, м ²				
До 20	До 26	До 21	О 21	До 28
Стоимость кондиционера/фильтра, руб.				
27 510	19 950	10 999	26 600	18 144
3040	450	820	250	600

Выводы

Согласно сравнительной табл. 3, наиболее эффективным по основным показателям является вариант № 3.

Список литературы

1. *Караджи, В. Г.* Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников / В. Г. Караджи Ю. Г. Московского. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2010. – 432 с. – ISBN 978-5-98267-060-1.
2. Вентиляция. Оборудование и технологии : учебно-практическое пособие. – Москва : Стройинформ, 2007. – 424 с. ; ил. – (Застройщик).
3. *Ананьев, В. А.* Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Н. Балueva, В. П. Мурашко – Москва : Евроклимат, 2008. – 504 с.
4. *Росс, Д.* Проектирование систем ОВК высотных общественных многофункциональных зданий / Д. Росс. – Москва : АВОК-Пресс, 2004. – 166 с.
5. *Микрюкова, Е. М.* К вопросу о очистке воздуха от мелкодисперсной пыли / Е. М. Микрюкова, М. Н. Васюткина // Всероссийская научно-практическая конференция (15 ноября 2020 г.) : сборник статей : в 2-х ч. Ч. 1. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2020. – С. 165–170.

А. Ю. Михайлов, магистрант, aleksey_mihaylov1998@mail.ru

А. В. Митрофанов, магистрант

Е. Б. Лисина, кандидат технических наук, доцент

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Перспективы развития «зеленого» строительства

Изучается возможность рационального природопользования. Рассмотрены методы снижения отрицательного воздействия на окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов: внедрение экологически чистых и безвредных технологий, переход на безотходное производство, переработка и вторичное использование твердых бытовых отходов и концепции «профилактики». Описаны стандарты и перспективы развития «зеленого» строительства, направленные на снижение потребления энергии и материальных ресурсов, а также на уменьшение вредного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: «зеленое» строительство; рациональное природопользование; охрана природы; экология; экологические стандарты современного строительства.

Влияние человека на окружающую среду берет начало с самого момента возникновения его вида. Однако по-настоящему ощутимый уровень воздействия человека на природу появляется лишь с началом промышленной революции. С этого момента человек стал навязывать планете собственные правила. Под его воздействием планета начала меняться, но мы обратили наше внимание на эту проблему не сразу – человечество было занято более важными на тот период вопросами: добычей топлива (угля, нефти и газа), железа и других полезных ископаемых. Все эти ископаемые, которые добывал человек, возвращались обратно в природу, но в ином виде. Это привело к колоссальному загрязнению окружающей среды (почвы, океана и атмосферного воздуха) и стало причиной экологического кризиса. Уровень загрязнения окружающей среды продолжает расти колоссальными темпами, и проблема экологического кризиса требует решения уже сейчас.

Нарастающая угроза истощения минеральных ресурсов и коллапса мировой экосистемы заставила человека задуматься и поменять свою философию отношения к природопользованию. Все чаще на производствах происходит внедрение экологически чистых и безвредных технологий, переход на безотходное производство, переработка и вторичное использование твердых бытовых отходов. Целью данных методов является снижение отрицательного воздействия на окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов. На первый план вышли концепции «профилактики», а не «исправления» содеянного. «Профилактическим» методом является и «зеленое» строительство, которое направлено на снижение потребления энергии и материаль-

ных ресурсов, а также на уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. При этом данный метод строительства позволит поднять уровень комфорта и качества зданий [9].

По статистическим данным потребление энергии зданиями составляет около 40 % первичной мировой энергии, 67 % электроэнергии, 40 % сырьевых ресурсов и 14 % от мировых запасов питьевой воды. При этом они выбрасывают в атмосферу 35 % углекислого газа от общего мирового выброса и производят порядка 50 % твердых бытовых отходов. Результаты статистики послужили толчком для архитекторов и инженеров в создании новых, улучшенных технологий строительства, что привело к появлению «зеленых» зданий [6].

«Зеленое» строительство (также экологическое строительство, экостроительство, экодевелопмент) – это вид строительства и эксплуатации зданий, воздействие которых на окружающую среду минимально [7]. Его целью является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка по проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и сносу [2].

Впервые термин «зеленое» строительство был использован в 1994 г. на конференции в Тампе, США. В основе данного понятия лежат идеи гуманизма, которые должны способствовать не только улучшению комфорта и качества зданий, но и привести общество к устойчивому развитию. Новый принцип строительства должен послужить формированию у людей этических, эстетических и культурных ценностей.

К основным принципам «зеленого» строительства можно отнести:

1. Оптимальное использование различных материалов, а также энергетических и водных ресурсов.
2. Использование экологических стройматериалов.
3. Минимизация количества отходов и отрицательного воздействия на окружающую среду в целом.
4. Применение материалов местного происхождения – это делается для того, чтобы уменьшить загрязнение среды выхлопами при транспортировке.
5. При строительстве и эксплуатации «зеленых» применяются, в первую очередь, возобновляемые источники энергии (солнечная, энергия воздушных масс и энергия недр земли) [3].

Эти принципы направлены на снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей. На каждом этапе строительства «зеленого» здания проводится оценка целесообразности того или иного шага, рассматривая с точки зрения безопасности, безвредности для экологической ситуации. Специалисты утверждают, что эксплуатация «экологических» сооружений способствует экономии до 50 % энергетических ресурсов [1].

Для оценки соответствия сооружений основным принципам «экостроительства» были разработаны и введены специальные стандарты. Повсеместное применение «зеленых» стандартов при строительстве зданий должно способствовать развитию экономики и инновационных технологий, повышению качества жизни и уменьшению негативного влияния на окружающую среду.

Британская компания *BRE Global* 25 лет назад представила метод экологической оценки здания – типовой стандарт *BREEAM* (*BRE Environmental Assessment Method*). Обладателями сертификата «экологического здания», согласно данному стандарту, во всем мире являются свыше 200 тысяч сооружений. При этом 90 % сертифицированных зданий находятся в Великобритании. Критерии стандарта *BREEAM* считаются самыми строгими в своем роде. На получение звания «зеленого» здание оценивают по 9 критериям [10]:

1. Энергопотребление (в этот критерий также входит уровень выбросов углекислого газа).

2. Менеджмент.

3. Безопасность и комфортность среды.

4. Транспортный сегмент.

5. Водные ресурсы.

6. Стройматериалы.

7. Утилизация отходов.

8. Использование земли.

9. Загрязнение окружающей среды.

За каждый критерий проставляются баллы. По сумме баллов выставляется оценка зданию и присваивается свой собственный рейтинг:

1. Сертифицировано – более 30 баллов.

2. Хорошо – более 45 баллов.

3. Очень хорошо – более 55 баллов.

4. Отлично – более 70 баллов.

5. Выдающиеся характеристики – более 85 баллов.

На обладание сертификатом британской компании *BRE Global* имеют право постройки независимо от их предназначения (жилые дома, торговые центры, промышленные здания, учреждения здравоохранения и образования и т. д.).

«Корочку» от *BREEAM* получили 60 объектов в России и порядка полусотни претендуют на ее получение. Обладателями сертификата данного образца в России являются коммерческие площади, среди них московский бизнес-центр *DucatPlace* (отметка «очень хорошо») и «Японский дом» (отметка «хорошо»).

Всемирное признание по «зелёному» строительству получил американский стандарт *LEED* (*Leadership in Energy and Environmental Design* – управление по энергетическому и экологическому проектированию). Сертификаты *LEED* вручены свыше десяти тысяч зданиям в 135 государствах. Сертификации *LEED* подлежат в основном новые сооружения [7].

Здания оцениваются в шести плоскостях:

1. Качество строительной площадки.

2. Использование водного ресурса.

3. Энергия и качество атмосферы.

4. Материальная база и база ресурсов.

5. Параметры воздуха в здании.

6. Наличие инноваций и уровень дизайна.

По каждой из категорий зданию присуждаются баллы (дополнительные четыре очка здание может приобрести за региональную приоритетность), после чего в соответствии с полученными очками выдается сертификат:

1. Простой (более 40 баллов).
2. Серебряный (более 50 баллов).
3. Золотой (более 60 баллов).
4. Платиновый (более 80 баллов).

В России «золотой» сертификат согласно американскому стандарту *LEED* получили головной офис *DeutscheBank* (Москва), завод концерна *SKF* (Тверь), главный офис компании *Siemens* (Москва).

Российским аналогом стандартов систем *LEED* и *BREEAM* является стандарт *GreenZoom*. Он был разработан Российской гильдией управляющих по европейскому образцу, но адаптирован под особенности условий страны.

Авторы заявляют, что превосходство отечественной системы над ее аналогами выражается в ее доступности: внедрение системы *GreenZoom* обойдется дешевле зарубежных систем примерно в десять раз. Бизнес-центр *Eightedges* (Санкт-Петербург) стал первым объектом, получившим сертификат компании *GreenZoom* [8].

В России получили признание немецкий стандарт *DGNB* (Немецкий союз по устойчивому развитию), национальные стандарты ГОСТаР 54964–2012 и СТО Национального объединения строителей 2.35.4–2011.

Наибольшее признание среди «зеленых» зданий на территории России получил столичный Гиперкуб в Сколково. Здание спроектировано таким образом, что при необходимости объемы внутри помещения могут быть трансформированы под актуальные нужды. Осветительные системы запитаны от солнечных батарей, а в светлое время дополнительное освещение обеспечивается благодаря прозрачной кровле. Система сбора и хранения дождевой воды позволяет на половину сократить расходы воды.

В России «зеленое» строительство получило меньшую популярность касемо жилой недвижимости – владельцы жилья отказываются платить за экологические решения, которые окупятся только через несколько десятков лет. Несмотря на это, инновационные здания появились и среди жилых домов: свидетельство *BREEAM* получил ЖК «Триумф Парк» (Санкт-Петербург).

Для экономии электричества применяются энергосберегающие лампы, бесшумный лифт, датчики движения и датчики освещенности. Данные решения позволяют жильцам платить за электроэнергию примерно на 40 % меньше. Система раздельного сбора бытовых отходов обеспечивает экологичность эксплуатации ЖК. Согласно требованиям «зеленых» стандартов при строительстве применялись бесшумные краны и использовали метод вкручивания свай.

Наибольшее количество «зеленых» построек в России находятся в Сочи. Причиной тому прошедшая Олимпиада. Множество зданий было спроектировано и построено согласно требованиям «зеленого» строительства. Ледовый дворец «Большой» получил более 55 баллов по шкале *BREEAM* [4].

Здание с отметкой «зеленое» привлекает инвесторов в большей мере. Так, например, некоторые европейские компании арендуют помещения, обладающие сертификатом «зеленое». Однако наличие сертификата у здания поднимает стоимость на его аренду на 15 %, а при продаже до 35 %.

Положительным аспектом является то, что эксплуатация экоздания обходится ее владельцу на 25–30 % дешевле обычного. Сертификат является хорошей рекламой объекту строительства и привлекает инвесторов, которые заботятся о своем положении в обществе и репутации, готовы за это платить.

По всему миру наблюдается рост количества зданий, соответствующих экологическим стандартам строительства. Популярность и признание «зеленые» здания получили не только в странах Европы и США, но и в странах востока. Так, например, в Арабских Эмиратах возводят экогород Масдар, а в Китае Биньхай и Донгтан [5].

Ряд стран поддерживают стандарты экостроительства на законодательном уровне: в Канаде правительственные здания должны иметь отметку «золотой» по версии *LEED*, жилые дома в Англии подлежат обязательной сертификации *EcoHomes* в системе *BREEAM*. Это сделано не с целью погони за модой, а потому, что экодому способствуют развитию государства и росту ВВП.

В Санкт-Петербурге продажей «зеленого» жилья в экологических новостройках занимается компания «Кварт». В агентстве подберут для вас жилье, удовлетворяющее любым вашим требованиям, рассматривая приобретение объекта не только с целью для проживания, но и как инвестиционное вложение [11].

Закрепление экостроительства на законодательном уровне и контроль со стороны государства в России произошли с момента ввода национального стандарта по экологическому строительству – ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». Был создан Совет по устойчивому строительству (*RuGBC*).

Сочинские Зимние Олимпийские игры послужили хорошим толчком для развития устойчивого строительства в России. Со стороны Международного олимпийского комитета было выдвинуто обязательное условие проведения игр: постройки должны соответствовать стандартам «зеленого» строительства.

Мнения экспертов по поводу развития «зеленого» строительства в России разнятся: одни заявляют, что будут разработаны собственные инновации в плане технологий и строительных материалов. Другие, напротив: отсутствие достаточного опыта и знаний о положительных аспектах «зеленого» строительства не позволяют внедрить и использовать эту систему повсеместно. Большинство не осознает, что экодому – это не только защита и сохранение природы, но и экономическая выгода и целесообразность, а также повышение уровня жизни.

Список литературы

1. *Перминова, О. М.* Индивидуальная образовательная траектория формирования специалиста в инновационной экономике // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – 2010. – № 1. – С. 135–143.

2. Дувинг, С. А. «Зеленые» здания в России и за рубежом // ЮНИДО в России. – 2014. – № 8. – С. 72–79.
3. Табунициков, Ю. А. Дорожная карта зеленого строительства в России: проблемы и перспективы // АВОК. – 2014. – № 3. – С. 4–10.
4. Книгина, Д. Экология сегодня – экономия завтра // Инженерные сооружения. – № 3. – 2014. – С. 38–41.
5. Егорова, М. С. Анализ востребованности «зеленых» технологий в России / М. С. Егорова, Я. А. Цубрович // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5. – С. 305–307.
6. Рынок зеленого строительства в России // Совет по экологическому строительству. – URL: <http://www.rugbc.org/resources/> (дата обращения: 22.10.2020).
7. Обзор рынка экологического строительства в России // Отчет Jones Lang LaSalle. 2014. – URL: <http://www.jll.ru/russia/ru-ru/> (дата обращения: 17.10.2020).
8. «Зеленое» экологическое строительство: международный и российский опыт. – URL: <https://www.zametrami.ru/> (дата обращения: 21.10.2020).
9. Поляков, А. Обо всем в экологическом строительстве // Экомониторинг. – 2013. – № 7. – С. 41–47. – URL: <http://www.rugbc.org/original/> (дата обращения: 25.10.2020).
10. Пискулова, Н. «Зеленые» технологии в глобальной экономике. – URL: <http://russiancouncil.ru/inner/> (дата обращения: 27.10.2020).
11. КВАРТ – искусство покупать квартиры. – URL: <https://kvart-spb.ru/about/> (дата обращения: 27.10.2020).

М. А. Мокрушина, магистрант, mashamokrushina47@yandex.ru
И. О. Ордин, магистрант
И. М. Янников, доктор технических наук, доцент, профессор
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Пожарная безопасность мест с массовым пребыванием людей

Рассмотрены основные причины возгораний в зданиях с массовым пребыванием людей, сложность тушения пожара зданий повышенной этажности. Выявлены недостатки противопожарной защищенности в БЦ «Парус Плаза», а также предложены мероприятия по улучшению пожарной безопасности, которые помогут предотвратить или снизить количество человеческих жертв и минимизировать материальный ущерб.

Ключевые слова: пожарная безопасность; противопожарная защищенность; здания повышенной этажности.

В последние годы номенклатура мест с массовым пребыванием людей резко возросла за счет появления разного рода торгово-офисных и бизнес-центров (ТОЦ и БЦ), торгово-гостиничных и торгово-развлекательных комплексов и центров (ТГК, ТРК и ТРЦ), которые стали неотъемлемой частью нашей жизни. Каждый день указанные места посещает большое количество людей, что предъявляет повышенные требования к обеспечению безопасности занимаемых ими зданий и сооружений.

Введение

Согласно данным МЧС России в 2019 г. на территории Российской Федерации произошло 266 ЧС, в том числе 116 – локальных, 109 – муниципальных, 7 – межмуниципальных, 30 – региональных и 4 – федеральных. В результате ЧС погибло 532 чел., пострадало 120 911 чел., спасено 9607 чел [1].

Основное количество ЧС связано с причинами техногенного характера (рис. 1). Общий ущерб, нанесенный по техногенным причинам, составляет около 5 млрд руб., в Удмуртии – 3,949 млн руб. За этот же период в целом по Российской Федерации зарегистрировано 74 пожара в торговых центрах [1].

Основными причинами возгораний в торгово-офисных центрах по статистическим данным МЧС России являются [1]:

1. Нарушение правил пожарной безопасности сотрудниками и посетителями.
2. Перегрузка электросетей, короткое замыкание, неисправность электроприборов и электропроводов.
3. Возгорание по причине загрязнения внутренних поверхностей системы вентиляции в местах приготовления пищи.
4. Нарушение условий проведения сварочных и прочих огневых работ.

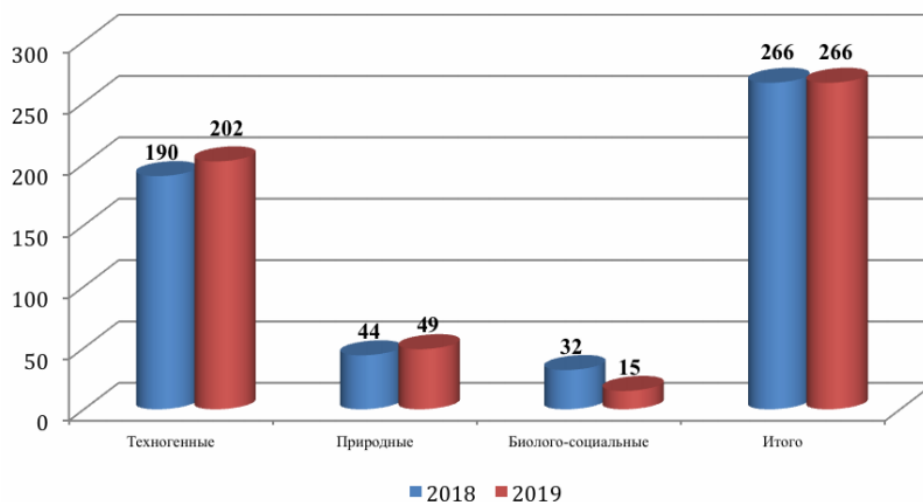


Рис. 1. Распределение количества ЧС по причинам их возникновения

Очевидно, что существует необходимость совершенствования противопожарной защищенности торгово-офисных и торгово-развлекательных центров, особенно расположенных в зданиях повышенной этажности, для которых характерно быстрое развитие пожара по вертикали, усложнено проведение эвакуации персонала и посетителей и проведение спасательных работ.

В г. Ижевске функционирует несколько бизнес- и торговых центров повышенной этажности. Среди них:

- БЦ «Удмуртия» (ул. Ленина, 45). Это 18-этажное здание высотой 59,4 м. В здании функционирует автоматическое пожаротушение, пожарная сигнализация, оповещение о пожаре, автоматика дымоудаления и пожаротушения;

- БЦ «Инвест парк» (ул. Пушкинская, 284а). Это 9-этажное здание площадью 3478,8 кв. м, 2013 г. постройки. В здании имеются централизованные коммуникации, два лифта, паркинг для 150 автомобилей;

- ТОК «Медведь» (ул. Пушкинская, 165). Это 9-этажное здание с панорамным остеклением площадью 12 000 кв. м, построенное в 2005 г. В здании имеются несколько лифтов и эскалаторов, крытый многоуровневый паркинг, наземная автостоянка для 100 автомобилей, автомойка и др.

В 2019 г. Прокуратурой Удмуртской Республики совместно с работниками ГУ МЧС по УР была проведена проверка пожарной безопасности БЦ «Эльгрин» и ТЦ «Аврора-Парк, были выявлены следующие нарушения:

- ширина эвакуационных проходов не соответствует нормативным требованиям;

- помещение одного из торговых залов не отделено от производственного;

- отсутствует свободный подъезд пожарной техники из-за стоянки автотранспорта;

- не все помещения защищены автоматической пожарной сигнализацией;

- наружные пожарные лестницы не пригодны к эксплуатации.

По выявленным нарушениям подготовлены меры прокурорского реагирования, осуществляется контроль над реальным устранением нарушений закона.

Бизнес-центр «Парус-Плаза», расположен по адресу: г. Ижевск, ул. Пушкинская, 279 а (рис. 2). Здание имеет 14 этажей, общей высотой 63,78 м, высота подземного паркинга составляет 3,6 м. В часы максимальной нагрузки в здании находится примерно 250 человек одновременно.

Здание делится на три части: торговая часть, офисная часть и подземный паркинг.



Рис. 2. Общий вид БЦ «Парус Плаза»: 1 – въезд в подземный паркинг; 2 – торгово-офисная часть; 3 – жилая секция № 1; 4 – жилая секция № 2; 5 – входная группа

В данных условиях причиной возникновения пожара могут быть: неосторожное обращение с огнем (курение вне отведенных мест), несоблюдение правил эксплуатации оборудования и техники, пренебрежение правилами пожарной безопасности.

Согласно положениям ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123 от 22.07.2008 г. БЦ «Парус Плаза» относится к объектам непроизводственного назначения, все зоны которого объединены в комплекс.

Опросом, проведенным одним из авторов в 2019 г., среди работников торгово-офисной части на тему осведомленности о пожарной безопасности, выявлено:

- 70 % опрошенных не знают, как пользоваться огнетушителем в случае возникновения пожара;
- 20 % знают, но не применяли знания на практике самостоятельно;
- 10 % знают и смогут правильно использовать огнетушитель;
- 75 % сказали, что не смогут сохранять хладнокровие;
- 25 % сообщили, что не станут поддаваться панике и постараются помочь другим людям;
- 65 % не участвовали в учебной эвакуации;
- 70 % сотрудников не проходили обучение пожарно-техническому минимуму.

Из результатов опроса сделан вывод, что с большинством работников не проводился вводный противопожарный инструктаж, работники не знают о правилах эвакуации, многие могут поддаться панике в случае возгорания, и не смогут воспользоваться первичными средствами пожаротушения.

При осмотре БЦ сотрудниками госпожнадзора ПЧ № 2 г. Ижевска в феврале 2019 г. выявлено:

1. Захламление эвакуационных путей на 12 этаже коробками и упаковкой, что является нарушением требований ст. 89 Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2002 г.

2. Здание не оснащено средствами коллективной и индивидуальной защиты, что является нарушением требований п. 8.12 Свода правил требований пожарной безопасности высотных зданий.

Предлагаемое решение

1. На основе выявленных недостатков полагаем целесообразным выполнить ряд мероприятий по совершенствованию противопожарной безопасности в БЦ «Парус Плаза». Прежде всего это организация обучения сотрудников правилам эвакуации и тушения пожара до приезда пожарной службы (п. 12. Постановления Правительства РФ «О противопожарном режиме» № 390 от 25.04.2012 г., п. 31 приказа МЧС РФ от 12 декабря 2007 г. № 645). Примерная стоимость обучения руководителей и специалистов в учебных центрах 500–2000 руб. В среднем обучение 50 чел. персонала составит порядка 50 тыс. руб. [2].

2. Согласно п. 47, 55 ФЗ от 22 07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в целях обеспечения персонала средствами индивидуальной защиты предлагается использовать самоспасатель УФМС «Шанс-Е» (рис. 3), т. к. он, по сравнению с давно используемым КЗ «Феникс», имеет преимущества: более широкий спектр защиты практически от всех продуктов горения, более длительное время защиты, простота в использовании, что важно в условиях возникновения ЧС, когда человек паникует. Кроме того, его стоимость незначительно выше стоимости защитного капюшона, и существуют возможность пролонгации срока действия и бесплатной утилизации. При примерной стоимости одного экземпляра порядка 3 тыс. руб. общие затраты на их приобретение составят порядка 250 тыс. руб. [3, 4].



Рис. 3. СИЗ УФМС «Шанс-Е»

3. В целях обеспечения экстренной эвакуации персонала и посетителей с верхних этажей, в соответствии с требованиями ст. 8, п. 4 ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» № 384 от 30.12.2009 г. предлагается установление устройства рукавного пожарного спасательного (УРПС) на крыше здания (рис. 4). Рукав пожарный имеет преимущество перед канатно-спусковым устройством в простоте использования независимо от возраста, физического состояния человека, высокой пропускной способности, относительно невысокой стоимости, долговечности использования при условии осуществления ремонта и соблюдения условий хранения. Его ориентировочная рыночная стоимость составляет порядка 500 тыс. руб. [5–7].

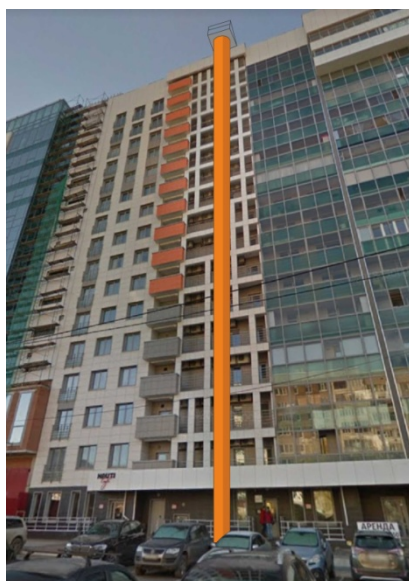


Рис. 4. Визуализация объекта с установленным УРПС

Заключение

Таким образом, общие затраты на проведение указанных противопожарных мероприятий не превысят 1,1 млн руб., что, на наш взгляд, является весьма приемлемым для объектов такого уровня.

Своевременно спланированные и проведенные профилактические мероприятия позволят повысить уровень противопожарной защищенности, минимизируют материальные и человеческие потери, рекомендует И. А. Болодьян.

Список литературы

1. МЧС РФ : официальный сайт. – URL: <https://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 25.12.2020).
2. Кириллов, Г. Н. Организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре и иных чрезвычайных ситуациях : методические рекомендации / Г. Н. Кириллов, Ю. П. Ненашев, Ю. П. Хондожко ; под общ. ред. Г. Н. Кириллова. – Москва, 2007.
3. Грачев, В. А. Средства индивидуальной защиты органов дыхания пожарных (СИЗОД) : учебное пособие. – Москва : ПожКнига, 2012.

4. *Блинов, С. Ю.* Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях техногенного характера : учебное пособие / С. Ю. Блинов, А. П. Зверев. – Изд-во СПбГУТ. – Санкт Петербург, 2014.
5. *Теребнев, В. В.* «Пожарная тактика. Основы тушения пожаров» / В. В. Теребнев, А. В. Подгрушный ; под общ. ред М. М. Верзилина. – Екатеринбург : Калан, 2008.
6. *Еремина, Т. Ю.* Проблемы эвакуации людей из высотных зданий // Технологии техносферной безопасности / Т. Ю. Еремина, И. А. Егоров. – 2014. – Вып. № 3 (55).

Мобильная платформа для обслуживания автомобиля

Представлены разработки двух типов мобильной платформы. Первая платформа предназначена для автоматического подъема автомобиля, что позволяет исключить участие человека в манипуляциях с оборудованием и автомобилем, тем самым обеспечить безопасность и сохранение здоровья водителя, особенно при выполнении операций на проезжей части и в темное время суток. Позиция и положение мобильной платформы контролируется оператором (водителем) дистанционно с помощью мобильного приложения и микроконтроллера Raspberry Pi 3 в течение всего периода выполнения операции. Питание мобильной платформы осуществляется либо от собственного источника, либо от аккумулятора автомобиля. Возможно подведение питания от внешней сети.

Второй робот, выполненный на основе мобильной платформы, обеспечивает с помощью дополнительного навесного оборудования снятие колес с автомобиля. Он полуавтоматический и управляется микроконтроллером Raspberry Pi 3.

Ключевые слова: мобильная платформа; робот; Raspberry Pi 3; омниколесо; ультразвуковой; блютуз; обработка изображения.

Введение

Особенность двух роботов, выполненных на одной универсальной платформе, состоит в том, что их габариты позволяют, с одной стороны, легко поместиться в автомобиле или автобусе, с другой – возможности платформы и установленного на нее навесного оборудования зависят от выбранной комплектации. Возможности и стоимость платформы зависят от выбранного модельного ряда по грузоподъемности.

Мобильные платформы (МП) для обслуживания автомобилей являются по своей сути транспортными роботами (ТР) различной грузоподъемности и несколькими вариантами исполнения приводной части. Мобильная платформа предназначена для размещения дополнительного оборудования, облегчающего и автоматизирующего тяжелый человеческий труд в автосервисе. Платформа может применяться для подъема автомобиля, снятия колес, диагностики со стороны днища кузова и многих других операций, что исключает возможность травмирования человека во время работы. Существуют известные технические решения¹ [1, 2], обеспечивающие высокую маневренность платформам. Принципы перемещения таких платформ основаны на применении различных комбинаций приводных колес.

Система управления

Иерархическая система управления МП включает две подсистемы, которые подключены через *bluetooth* для отправки сигналов и их приема. Предлагается два варианта: 1 – полуавтоматический, зависит от конструкции выбранного автомобиля и точек установки МП; 2 – ручная система, которая имеет систему управления от смартфона и техническое зрение для позиционирования МП (рис. 1).

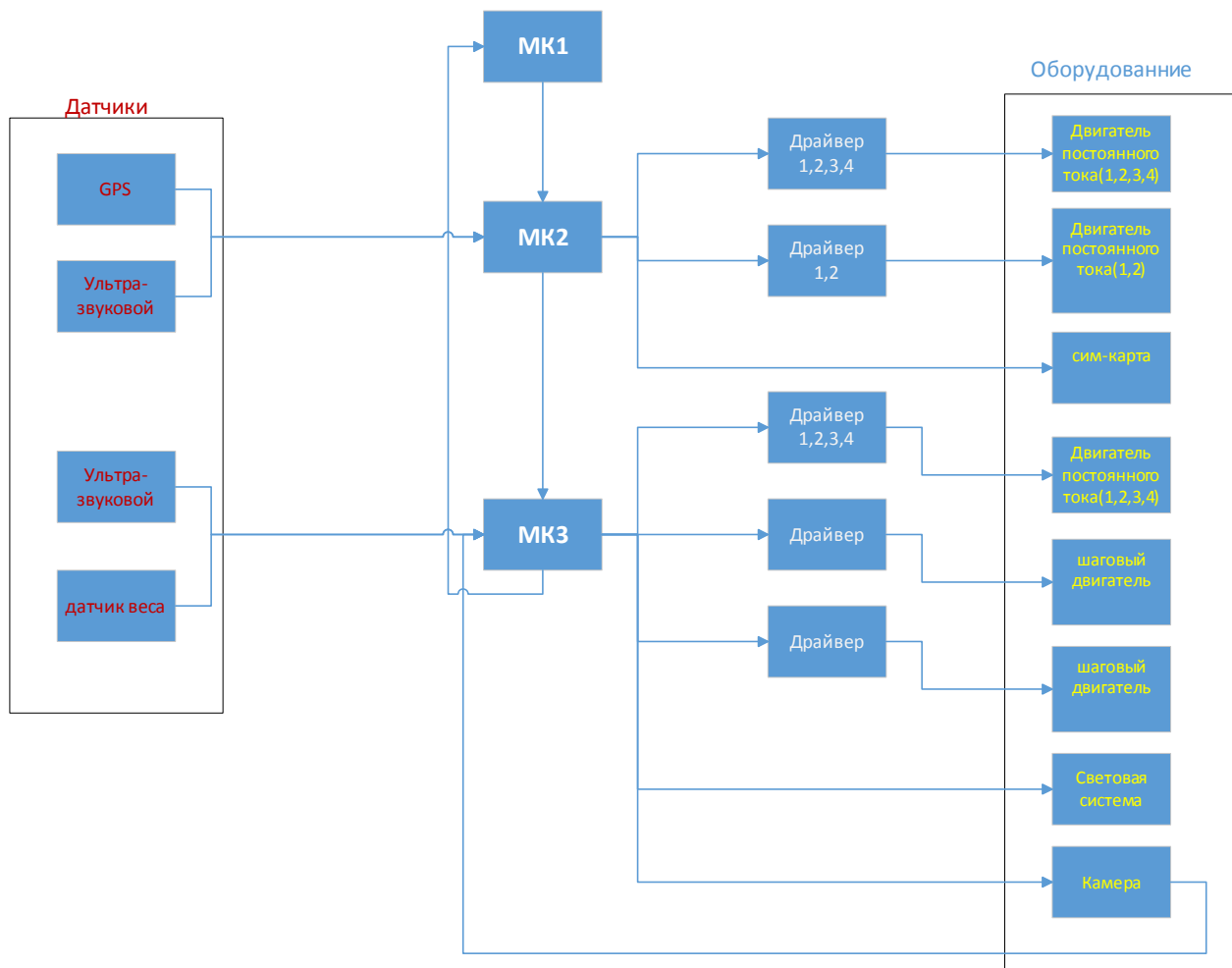


Рис. 1. Система управления

Система управления МП включает ультразвуковые датчики для каждой системы, *GPS* и *sim*-карты для первой системы, датчика веса, световой системы и камеры для второй системы.

Алгоритм работы систем

Алгоритм дает представление об управлении двумя системами одновременно (рис. 2).

Оригинальная конструкция МП (рис. 3, 4) включает два домкрата для подъема автомобиля или автобусов. Грузоподъемность МП и высота подъема зависят от класса автомобиля.

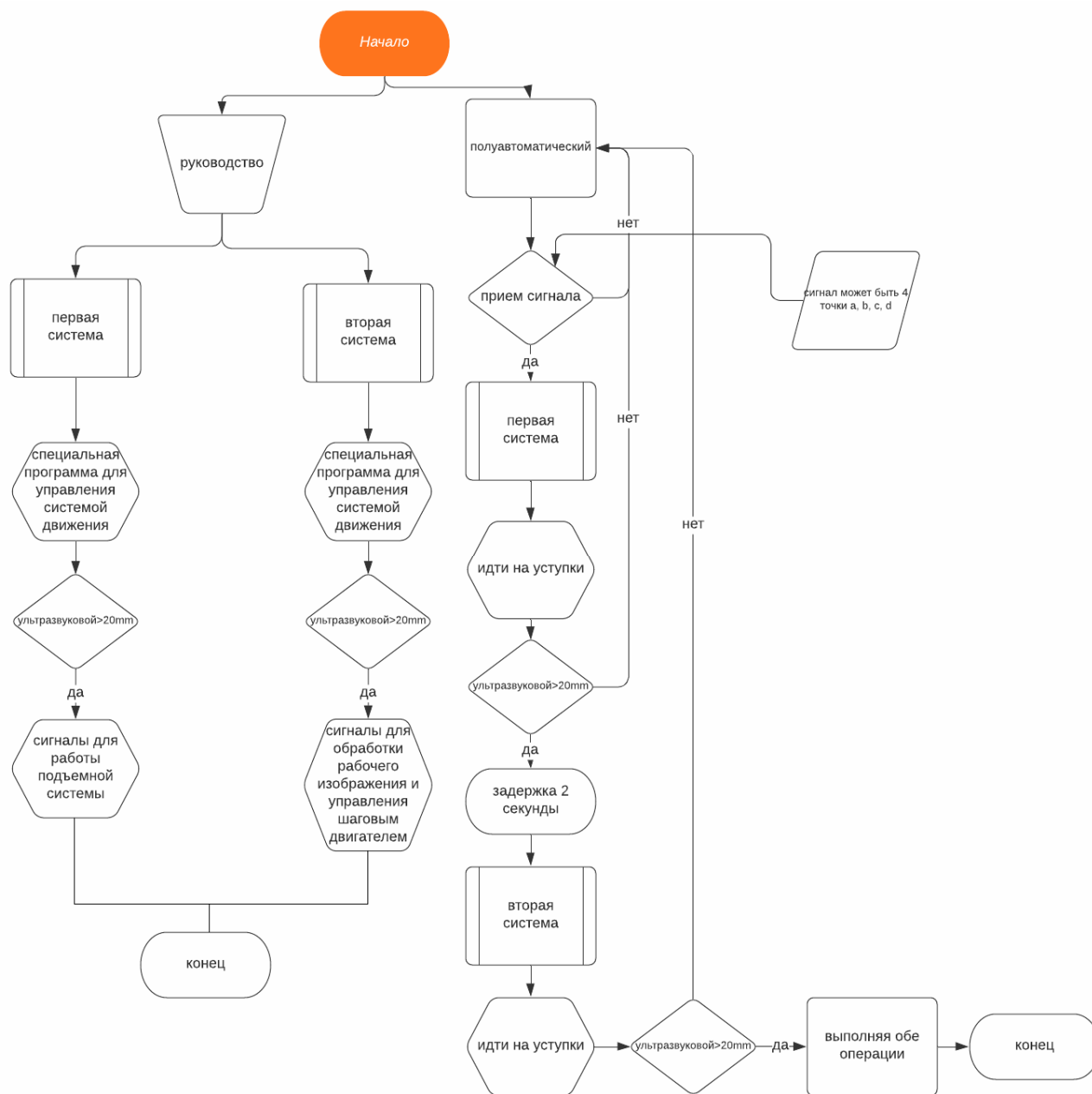


Рис. 2. Алгоритм работы систем

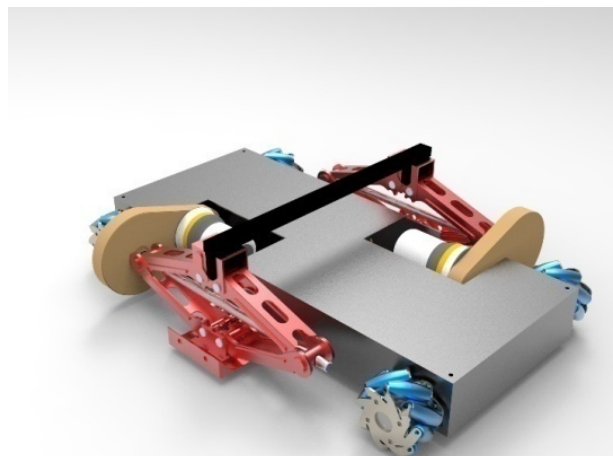
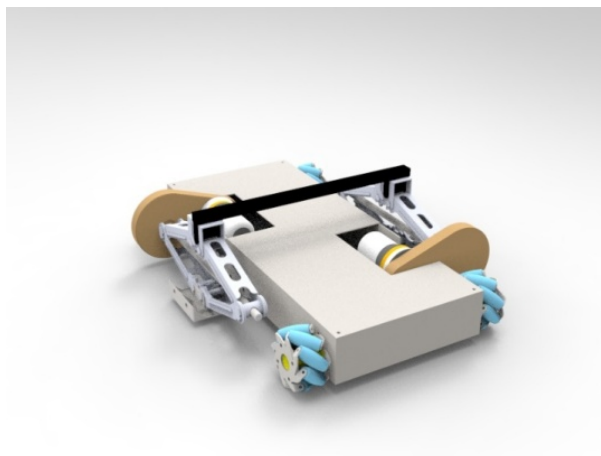


Рис. 3. Мобильная платформа 1 – подъемник для автомобиля

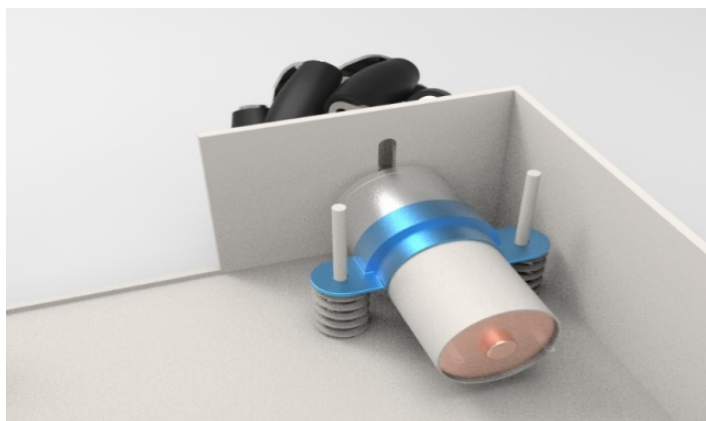


Рис. 4. Система подвески колеса МП

Вторая система

Данная система предназначена для съема и транспортировки колес с помощью МП (рис. 5, 6).

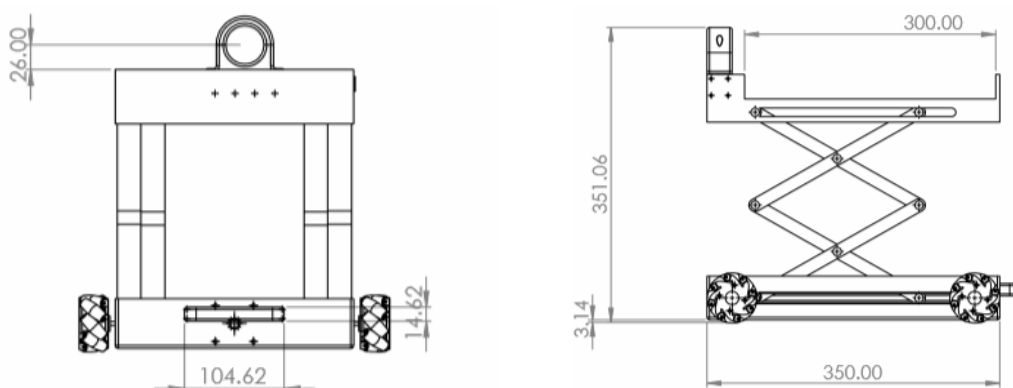


Рис. 5. Концептуальный дизайн для нашего робота

Особенность заключается в том, что реализуется два типа управления, один ручной, второй – автоматический. Для наведения видеокамеры применяются два шаговых двигателя. Полученное изображение может обрабатываться автоматически или оператором. Мобильная платформа выполнена переносной и имеет небольшие габаритные размеры при достаточно большой грузоподъемности.



Рис. 6. Дизайн робота

Выводы

Разработанные системы отличаются невысокой стоимостью и хорошим качеством, что является нашей основной целью. Ее можно добавить как дополнительный компонент для автомобиля, который существенно не повлияет на его стоимость. Разработана МП с электромеханической системой подъема автомобиля. Разработана конструкция робота на колесах *tesipat*.

Список литературы

1. Springer Handbook of Robotics / Ed. by B. Siciliano, O. Khatib. – London : Springer, 2008. – 1611 p.
2. Theory of Robot Control / Ed. by C. A. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin. – London : Springer, 1996. – 392 p.

Э. Р. Музафаров, магистрант, melr.wrk@gmail.com
Н. М. Филькин, доктор технических наук, профессор
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Основы создания методики оптимизации энергосиловой установки технологической машины электротранспорта

Рассмотрены требования к технологическому транспорту для эксплуатации на предприятиях с задачами производственного, складского, жилищно-коммунального или аэродромного обслуживания. Проведен анализ существующих конструктивных решений технологического транспорта. Описаны преимущества электротранспорта для решения подобных задач. Сделано заключение о требованиях к разработке проекта энергосиловой установки технологической машины электротранспорта.

Ключевые слова: электротранспорт; энергосиловая установка; машиностроение, технологический транспорт, технологические машины.

Технологические машины – это машины, используемые для выполнения технологических процессов. Если для выполнения технологических процессов применяемая машина должна иметь возможность перемещения по некоторой территории, иногда заранее неизвестной, то такие технологические машины называют технологическим транспортом.

Технологический транспорт широко применяется во всех сферах деятельности человека. Конструкция технологических машин во многом определяется дальностью поездки (маршрута) при выполнении транспортных работ. Считаем, что при создании новой технологической машины на стадии технического задания необходимо определиться с дальностью маршрута выполнения работ:

- внутренние маршруты;
- районные маршруты;
- городские и пригородные маршруты;
- внедорожные и специальные маршруты;
- междугородные маршруты.

Сегодня применение электротранспорта грузоподъемностью до 3 т нецелесообразно для маршрутов, длиннее пригородных, т. к. обеспечение запаса хода для выполнения подобных маршрутов значительно увеличит массу и цену машины. Подавляющее большинство задач для подобных маршрутов – это перевозки людей и грузов, но существуют и специальные транспортные задачи, такие как фото и видеосъемка территории, контроль и оценка состояния, научно-исследовательские задачи и др. Все эти задачи на сегодняшний день выполняют: крупнотоннажный колесный транспорт, железная дорога, флот, малая и большая авиация и трубопровод.

В перспективе развития малотоннажный электротранспорт вместе с технологиями беспилотного управления может увеличить присутствие на междугородних и внедорожных маршрутах. Для этого необходимо повысить предельный запас хода на одной зарядке и минимизировать расходы, включая амортизацию на километр пройденного пути. На сегодняшний день электротранспорт грузоподъемностью до 3 т применим для внутренних, районных, городских и пригородных маршрутов.

Проведем краткий анализ выполняемых работ малотоннажным электротранспортом

1. Внутренние маршруты – передвижение в пределах помещения, здания, соседних сооружений. Примерами таких задач являются склады и заводы. Чаще всего для таких работ применяют конвейерные ленты, но сегодня происходит постепенное внедрение колесного электротранспорта, в том числе активно развиваются беспилотные системы. Главным преимуществом по сравнению с конвейерной лентой здесь является универсальность, гибкость и цена машины.

2. Районные маршруты – передвижение в пределах комплексов сооружений, районов, городских парков. Это жилищно-коммунальное хозяйство, складские комплексы, транспортные узлы, рекреационные зоны, военные части и т. д. Здесь появляются задачи выполнения дополнительных задач, кроме грузопассажирской транспортировки, например, очистка улиц или взлетно-посадочной полосы от наледи, уборка улиц, буксирование и др.

3. Городские и пригородные маршруты – маршруты, ограниченные границей города и пригородом на расстоянии 10–15 км. Такие маршруты характерны для логистических центров, заводов, склад которых находится на удалении от производства, продуктовых производств, служб доставки и т. д.

В районных, городских и пригородных маршрутах основным конкурентом выступает двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Несмотря на то что ДВС обладает лучшим соотношением цены и времени работы, модульность энергосиловой установки электротранспорта позволяет оптимизировать конструкцию под конкретные условия работы, что дает достаточные для выполнения работ характеристики при одинаковой цене, с большей надежностью, меньшей суммой трат на обслуживание и рядом других преимуществ.

Для оптимизации конструкции энергосиловой установки технологической машины электротранспорта под условия эксплуатации заказчиком необходимо разработать соответствующую методику оптимизации. Разработка методики оптимизации энергосиловой установки (ЭСУ) требует определения критериев оптимальности (локальные критерии) как элементов ЭСУ, которые можно изменить для достижения требуемых показателей машины, так и критериев оптимальности машины в целом (глобальные критерии), которые зависят от локальных критериев.

Критерии оптимальности, обоснованные на стадии предпроектных исследований и разработки технического задания на технологическую машину, определяют направления оптимизации на всех последующих этапах создания машины.

Критериев, как правило, несколько, они образуют множество частных критериев оптимальности, имеют различные размерности, не связаны между собой или даже противоречивы, т. е. улучшение одного критерия неизменно влечет за собой ухудшение другого, что создает наибольшую сложность при решении оптимизационных задач.

В энергосиловой установке технологической машины электротранспорта можно выделить 4 основных узла, в большей степени определяющих состояние всей системы [1, 2] (рис. 1).

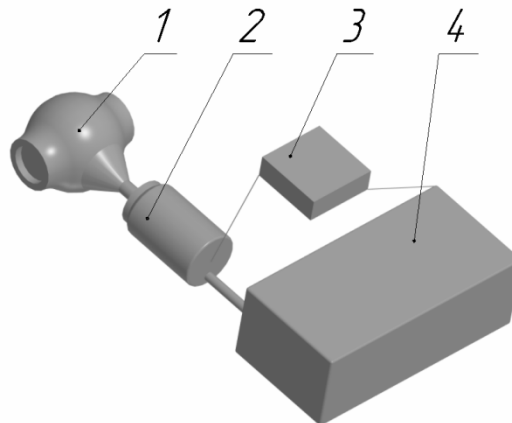


Рис. 1. Схема энергосиловой установки электротранспорта: 1 – редуктор главной передачи; 2 – тяговый электродвигатель; 3 – система управления; 4 – накопитель энергии

Узлы можно рассматривать как наборы локальных характеристик, сменой которых мы можем изменять глобальные критерии оптимальности создаваемой технологической машины. Для примера рассмотрим редуктор главной передачи. Изменяя редуктор, мы можем регулировать передаточное число, коэффициент полезного действия (КПД), его массу и габариты. Соответственно передаточное число и КПД влияют на показатели – силы тяги на крюке, на время и объем выполняемой работы, экономичность использования электрической энергии накопителя, производительность и тягово-скоростные свойства, себестоимость и др.

Для решения оптимизационных задач по множеству частных локальных и глобальных критериев оптимизации технологической машины предлагается создавать и обосновывать обобщенный критерий оптимальности, который определяется как

$$\left\{ \begin{array}{l} E = \sum_{i=0}^n \left[m_i \left(\frac{F_{ia}}{F_{i\max}} \right) + m_i \left(\frac{F_{i\min}}{F_{ib}} \right) \right]; \\ F_{ia} \geq [F_i]; \\ F_{ib} \leq [F_i], \end{array} \right.$$

где E – значение обобщенного критерия; i – номер критерия; n – количество частных критериев оптимальности; m_i – экспертный весовой коэффициент i -го критерия F ; $[F_i]$ – допустимое значение i -го критерия; F_{ia} – значение возрастающих критериев; F_{ib} – значение убывающих критериев, $F_{i\max}$, $F_{i\min}$ – максимальное и минимальное значения критерия.

Таким образом, при нахождении максимального значения приведенного критерия можно говорить о достижении оптимальности конструкции энергосиловой установки машины технологического электротранспорта.

При разработке проекта энергосиловой установки технологической машины электротранспорта необходимо создать наиболее полную базу эксплуатационных показателей, которые могут быть использованы как критерии оптимальности для заказчика, а также базу зависимостей «узлы – характеристики-показатели», с помощью которой можно будет получить требуемую, наиболее приемлемую для потребителя конструкцию.

Список литературы

1. Музафаров, Э. Р. Обоснование выбора компоновочной схемы привода унифицированной машины технологического электротранспорта / Э. Р. Музафаров, Н. М. Филькин // Автомобилестроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск, 2020. – С. 74–80.

2. Анализ показателей надежности унифицированной машины технологического электротранспорта / Б. А. Якимович, Н. М. Филькин, Р. С. Музафаров, П. Н. Кузнецов, Н. Н. Смокталь // Энергетические установки и технологии. – 2020. Т. 6. № 2. – С. 64–70.

Т. Д. Насридинов, магистрант
Д. Г. Нефедов, кандидат технических наук, доцент, mmpt@istu.ru;
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Компьютерное моделирование интеллектуальной системы «Умный дом»

В работе представлена целесообразность применения 3D-моделирования интеллектуальной системы «Умный дом». Также демонстрируется сравнительный анализ комплектов системы «Умный дом» и эффективность концепции на основе предлагаемого аналогичного по функциональности оборудования. Рассматривается структура и преимущество программного продукта SketchUp для использования трехмерной модели системы «Умный дом». Реализуется программный комплекс для визуального представления объектов жилых помещений, в которые встроена интеллектуальная система «Умный дом».

Ключевые слова: компьютерное моделирование, система «Умный Дом», 3D-модель, SketchUp, Visual Studio.

В современном мире компьютерное моделирование применяется в различных сферах человеческой деятельности. Чаще всего оно используется для получения новых знаний о моделируемом объекте или для приближенной оценки поведения различных сложных систем, в частности, в механике [1], медицине [2], логистике [3], экономике [4] и др. В настоящее время наиболее актуально математическое и 3D-моделирование инженерных систем с помощью компьютерной техники.

Технологии автоматизации инженерных систем подразумевают наличие программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего полностью независимое управление от человека инженерного оборудования систем жизнеобеспечения, что дает возможность существенно снизить затраты на эксплуатацию здания за счет управления процессами, а также повысить безопасность, предотвращая аварийные ситуации. Ярким представителем систем жизнеобеспечения является быстроразвивающаяся концепция «Умный дом» [5–7].

«Умный дом» – это совокупность электроники, которая осуществляет централизованное управление практически всем техническим оборудованием дома как внутри, так и снаружи. Концепция системы «Умный дом» (УД) состоит в том, что объединение всего технического оборудования создает в результате единую, общую автоматизированную структуру управления и снабжения систем жизнеобеспечения [8]. Передача данных проводным путем будет использоваться более эффективно, чем беспроводная из-за затуханий в пространстве, стоимости комплекта и безопасности.

Все компании применяют разнообразные варианты возможных УД благодаря особым функциям и стоимости проекта для того, чтобы увеличить охват потребителей (таблица).

Примеры проектов УД

Компания	«Easysmartbox»	«Throne Systems»	ООО «АПМ «Вариант»
Стоимость оборудования	От 44 тыс. руб.	От 90 тыс. руб.	От 61 тыс. руб.
Тип объекта	Дом/квартира 1–3 комнаты	Дом/квартира 2–4 комнаты	Дом/квартира 1–3 комнаты
Функции	– Управление освещением – Управление климатом – Организация безопасности	– Управление освещением – Управление климатом – Организация безопасности – Контроль через смс	– Управление освещением – Управление климатом – Организация безопасности – Управление посредством выключателей
Контроллер	Hikvision DS-K2M0016A	LanDrive SPIDER2	Fibaro Home Center 2 grey (FIB_HOMEC2)
Цена контроллера	28 тыс. руб.	45 тыс. руб.	38,4 тыс. руб.

Большая часть стоимости приходится на программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые запланированы на работу с промышленными нагрузками и высокими требованиями по надёжности. В качестве альтернативы ПЛК можно использовать микроконтроллеры.

Микроконтроллер – это микросхема, которая сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств (таймеры, генераторы импульсов, порты вводов/выводов, аналогово-цифровые преобразователи) [9]. Среди компаний-производителей фирма Arduino предоставляет микроконтроллеры, среди которых Arduino Mega 2560, более современный, обладающий большим количеством входов/выходов, что позволит использовать большое количество элементов [10]. Для управления системой необходим модуль расширения Arduino Shield Ethernet W5100 для подключения всей системы к сети Интернет.

Так как основное предназначение системы «Умный дом» – это предоставление комфорта пользователю и снижение энергозатрат, то будущему пользователю будет также удобно предоставить доступ к проекту с визуальным представлением. Для этого следует создать 3D-модель размещения компонентов системы в помещении.

Одной из целей 3D-моделирования является предоставление в объемном формате рассматриваемого объекта. Выполнение модели позволяет продемон-

стрировать, как рассматриваемый объект будет выглядеть в действительности и в случае необходимости внести поправки, пока идея не реализована.

3D-моделирование представляет собой процесс создания математического представления любой поверхности объекта в трех измерениях с помощью специального программного обеспечения. Трехмерные модели представляют физический объект, используя набор точек в трехмерном пространстве, соединенных различными геометрическими объектами, такими как треугольники, линии, изогнутые поверхности и т. д.

Существуют различные программные среды 3D-моделирования, но наиболее широкое распространения получила среда разработки *SketchUp* [11]. Достоинством *SketchUp* является простота и доступность пользовательского интерфейса моделирования.

Посредством среды *SketchUp* была реализована 3D-модель типичного коттеджного дома с размещением оборудования системы «Умный дом». На первоначальном этапе была создана визуальная модель фасада и фундамента здания с помощью встроенного инструмента *Stretching*. С помощью инструментов модификаций – *Moving* и *Tape* – были созданы с соблюдением размеров окна и крыша здания. С использованием панели создания текстур были окрашены все объекты помещения и получили компьютерную модель коттеджного здания (рис. 1).



Рис. 1. Завершенная 3D-модель дома

Главным компонентом интеллектуальной системы «Умный дом» является микроконтроллер Arduino, функциями которого являются: управление оборудованием системы, сбор данных и дальнейшая передача на компьютер. Микроконтроллер и модуль расширения размещены в распределительном щитке автоматики, который, как правило, располагается в бойлерной. Аналогично выполнено 3D-моделирование распределительного щитка с микроконтроллером (рис. 2).

Поскольку существуют различные планировки коттеджных зданий, то создание базы данных типизированных схем жилых домов является целесообразным. Дальнейшее компьютерное моделирование системы «Умный дом» предполагает разработку программного комплекса для визуального представ-

ления размещения объектов на карте местности в среде Visual Studio. Для того была использована библиотека *GMap.NET* для работы с различными картами. Для отображения границы объекта была выбрана реляционная база данных *Microsoft Office Access*, в которую будут занесены координаты домов, а затем с помощью синтаксиса языка *SQL* были извлечены данные и добавлены на карту в виде точек, которые в дальнейшем соединяются в границу (рис. 3).

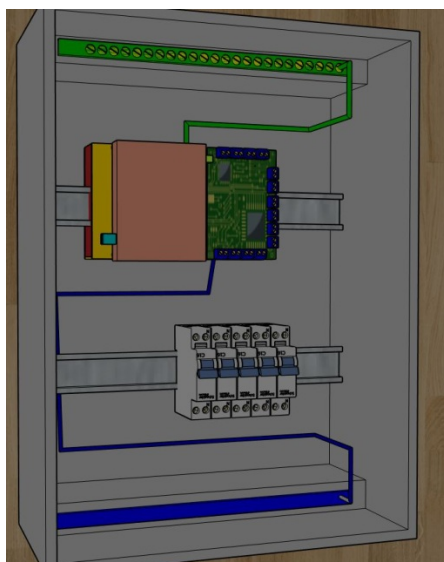


Рис. 2. Распределительный щиток с микроконтроллером

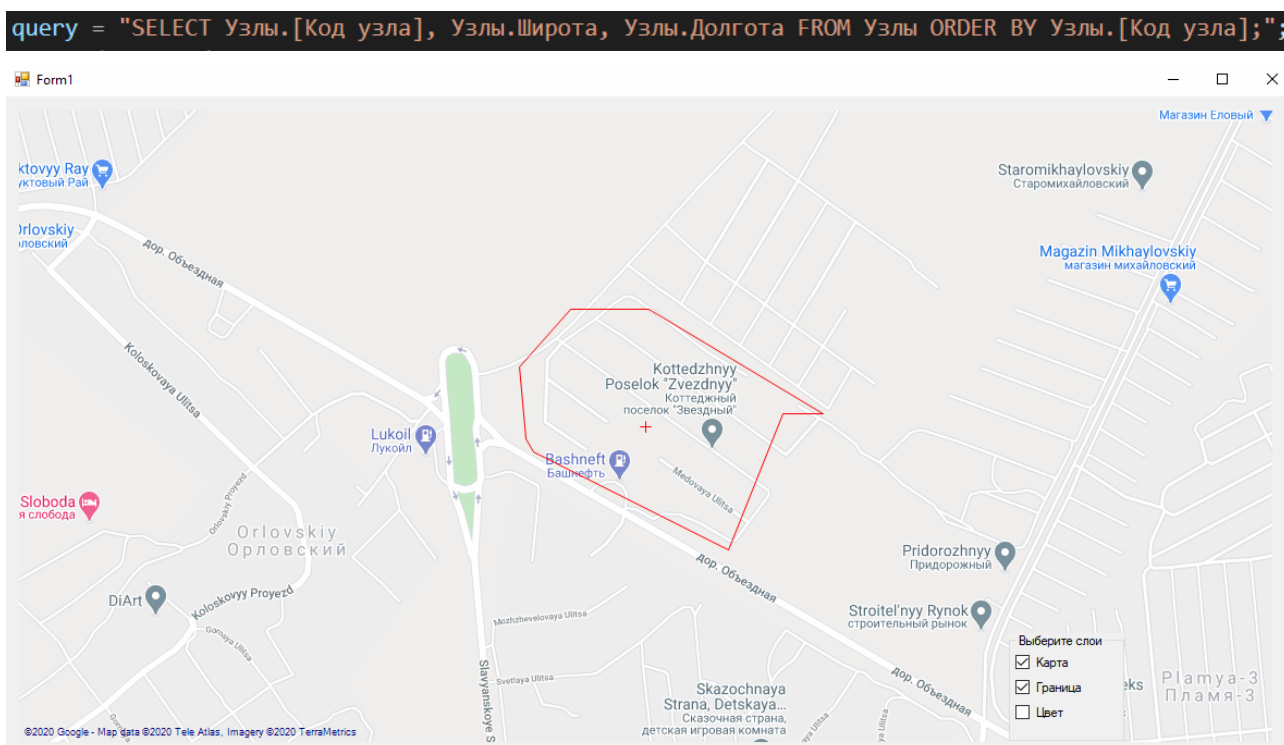


Рис. 3. Запрос на извлечение данные и создание границы объекта

Таким образом, созданная компьютерная модель системы «Умный дом» позволяет предоставлять пользователю визуальную трехмерную структуру системы с размещением ее компонентов. Особо актуально применение компью-

терного моделирования данной системы компаниями, занимающимися разработкой и обслуживанием интеллектуальной системы «Умный дом», способствующего эффективному привлечению новых клиентов-заказчиков для компании.

Список литературы

1. Программный комплекс моделирования артиллерийского выстрела / И. Г. Русяк, А. Н. Ищенко, В. З. Касимов, В. Г. Суфиянов, М. А. Ермолаев // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 6-3. – С. 51–57. Опыт математического моделирования исходов инфаркта миокарда
2. Логачева И. В., Пономарев С. Б., Русяк И. Г., Суфиянов В. Г. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2004. – № 2 (4). – С. 156–161.
3. Кетова, К. В. Применение кластерного анализа для решения задачи оптимального распределения топливно-энергетических ресурсов / К. В. Кетова, Е. В. Трушкова, Р. Ю. Кривенков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2010. – № 2 (16). – С. 207–213.
4. Vavilova, D. D. Application of genetic algorithm for adjusting the structure of multilayered neural network for prediction of investment processes / D. D. Vavilova, K. V. Ketova, E. V. Kasatkina // Материалы VIII Международной конференции. – В 2 т. – 2019. – С. 223–233.
5. Насридинов, Т. Д. Экономическое обоснование внедрения интеллектуальной системы «умный дом» / Т. Д. Насридинов, Д. Г. Нефедов // Актуальные проблемы формирования и развития национальных инновационных систем : материалы II Международной научно-практической конференции / Институт управления и социально-экономического развития; Саратовский государственный технический университет. – Саратов, 2020. – С. 54–56.
6. Hargreaves, T. Learning to live in a smart home / T. Hargreaves, C. Wilson, R. Hauxwell-Baldwin // Building Research & Information. – 2018. – Т. 46. – № 1. – С. 127–139.
7. Editorial Team Guide to the Arduino// All about circuits: electronic scientific journal. – June 12 2015 URL: <https://www.allaboutcircuits.com/projects/getting-started-with-the-arduino/> (дата обращения: 19.10.2020)
8. Водянова, С. А. Механизмы развития и внедрения технологии «умный дом» / С. А. Водянова, С. В. Пупенцова, В. В. Пупенцова // Инновации. – 2018. – № 7 (237).
9. Кашкаров, А. Электронные схемы для «Умного дома». – Litres, 2018.
10. Chandramohan, J. et al. Intelligent smart home automation and security system using Arduino and Wi-fi // International Journal of Engineering And Computer Science (IJECS). – 2017. – Vol. 6. – No. 3. – Pp. 20694-20698.
11. Пташинский, В. С. Проектируем интерьер сами. Sweet Home 3D, FloorPlan 3D, Google SketchUp и IKEA Home Planner. – Санкт-Петербург : Издательский дом «Питер», 2013.

Комбинирование функций образовательного оборудования с санитарным в одном приборе

В связи со сложившейся эпидемиологической ситуацией такое явление, как вирусная угроза [1] входит в нашу реальность, а риск вирусного и бактериального заражения становится профессиональным риском многих категорий граждан, поэтому существует потребность в санитарной обработке помещений. Существующие устройства отчасти справляются с задачей, однако не все их добросовестно покупают и ими пользуются. В данное время ведется проект по созданию инновационного изделия, которое будет совершать необходимые действия в автоматическом режиме. Результат проекта – разработка антиковид-доски и антиковид-проектора, имеющих при этом несколько расширенный функционал.

Ключевые слова: коронавирус; доска; проектор; ультрафиолет.

В настоящее время такое явление, как вирусная угроза, входит в нашу реальность, а риск вирусного и бактериального заражения становится профессиональным риском многих категорий граждан, начиная с воспитателей в детских садах и преподавателей и заканчивая врачами, вахтерами, водителями такси. Проблема появилась не сегодня. И хотя появившиеся средства (УФ-лампы, маски, скафандры) отчасти справляются с задачей, не все их добросовестно покупают и добросовестно ими пользуются. Идея состоит в том, чтобы во время эксплуатации образовательного оборудования автоматически происходила санитарная обработка.

Один из таких образовательных принадлежностей, в которые мы предлагаем интегрировать приборы антивирусной защиты, – это учебная доска, далее антиковид-доска. Антиковид-доска (рис. 1) снабжена тремя видами цилиндрических, разделенных друг от друга, воздухопроводов. Крайний воздухопровод соединен с полостью, в которой располагается УФ-лампа [2]. Средний воздухопровод отвечает за отрицательное давление под поверхностью доски. Ближе к центру – воздухопровод, который удаляет частицы мела.

Антиковид-доска имеет следующие особенности: вогнутая поверхность (рис. 2) позволяет повысить угол обзора и восприятие изображения, а также снизить площадь бликов; возможность пользоваться дешевым и привычным для большинства мелом позволяет быстро включиться в образовательный процесс без загрузки операционных систем, специальной подготовки аудитории и т. д.; возможность не смачивать тряпку, т. е. мел удаляется специальным воздушным фильтром и не падает на пол. Дополнительная функция вакуумной

доски позволяет ножницами вырезать из цветного листового материала различные знаки, фигуры и другие элементы и располагать их на поверхности доски по аналогии с магнитиками. Пятая функция – это возможность включения антивирусного рециркулятора (УФ-лампа располагается в специальном кожухе, через который прогоняется воздух в аудитории).

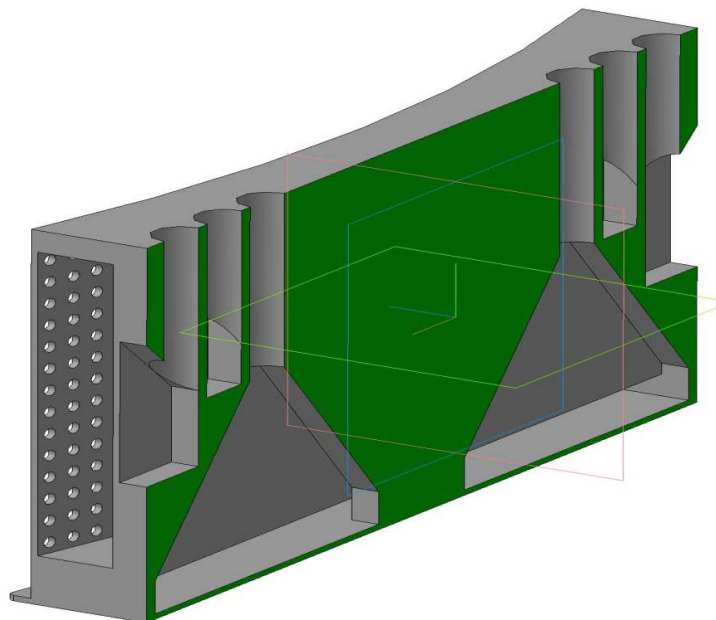


Рис. 1. Изометрия антиковид-доски в разрезе

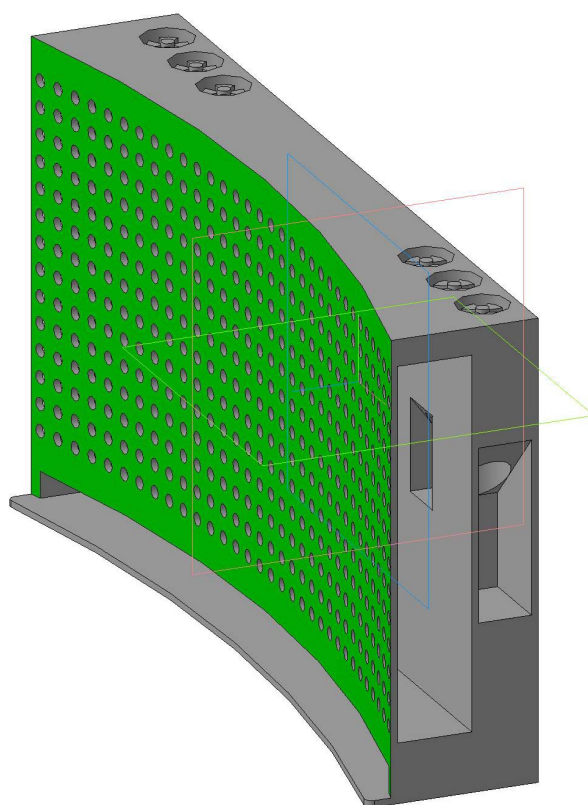


Рис. 2. Изометрия антиковид-доски снаружи

Не все пользуются доской. Во время проведения презентаций используется проектор (рис. 3). Основные его части: лампа, оптика и вентилятор. По своей структуре он имеет много общего с рециркулятором. Давайте попытаемся их объединить. Для этого надо приспособить УФ-лампу для проецирования, а на выходе оптику снабдить фильтром, не пропускающим УФ-диапазон излучения [2], который губителен для ДНК.

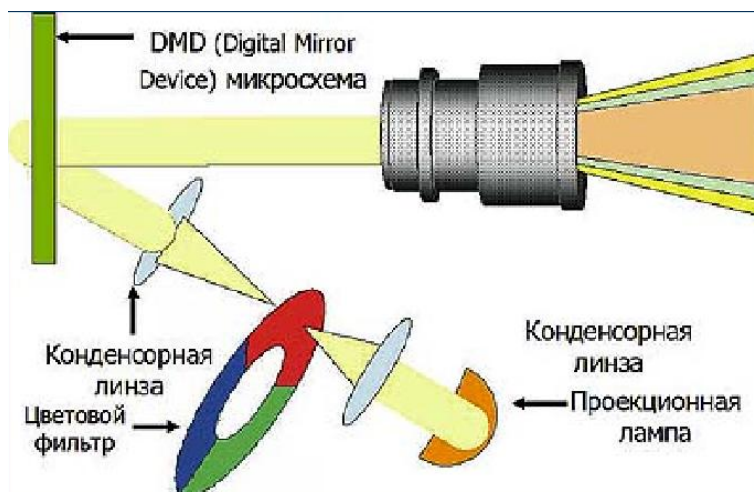


Рис. 3. Структура проектора

Таким образом, синергетическое совмещение образовательного оборудования с санитарным позволит снизить заболеваемость гриппом, коронавирусом и другими инфекционными заболеваниями, что повысит качество образовательной среды.

Список литературы

1. Борисов, Л. Б. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. – Москва : МИА, 2005. – С. 154–156.
2. Рябцев, А. Н. Ультрафиолетовое излучение // Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. – Москва : Большая российская энциклопедия, 1998. – Т. 5. – С. 221. – 760 с. – ISBN 5-85270-101-7.

Д. О. Петухова, студент, dasha_1124@mail.ru
Е. В. Шулакова, старший преподаватель
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Модель идеального менеджера как инструмент формирования системы профориентации в вузе

Современные требования к менеджерам на рынке труда претерпевают постоянные изменения. Профессиональные компетенции существенно разнятся в зависимости от отрасли экономики и уровня управления. Для создания системы, опережающей подготовку и профориентацию, необходимо сформировать перечень требований к менеджеру с позиции работодателей и на этой основе предложить модель идеального менеджера. Для этого в работе проведен анализ профстандарта и требований к менеджерам по материалам сайтов поиска работы.

Ключевые слова: профессиональные компетенции; профессиональные качества менеджера; модель менеджера; профстандарт; профориентация.

Процесс формирования и развития профессиональных компетенций в рамках теории профессионального самоопределения требует гибкого реагирования на тенденции изменений требований рынка труда, поскольку конкурентоспособность работника является критерием выбора вектора построения траектории получения образования личностью [1]. Поэтому образовательные учреждения разрабатывают эффективные механизмы подбора абитуриентов с определенными способностями, личностными характеристиками и мотивацией. Существует несколько направлений изучения профориентационных подходов, среди которых наиболее интересными являются: анализ содержания профессий, оценка профессиональных возможностей и профессиональный выбор [2]; подготовка молодежи к свободному выбору профессии, учитывающая индивидуальные особенности личности и необходимость воспроизводства трудовых ресурсов [3]; формирование профессиональных интересов и склонностей в соответствии с личными способностями, потребностями общества и пригодностью к той или иной профессии [4]. В нашем исследовании мы будем ориентироваться на качества некоторого идеального менеджера, требования к которому выставляют работодатели.

Первые элементы менеджмента как профессии появились в XVIII веке. Тогда одной из задач менеджера стала координация усилий многих людей. В XX веке менеджмент стал одним из главных факторов прогресса человечества и повышения уровня жизни. Важным также является то, что раньше и не было такого понятия «менеджер», профессия называлась «руководитель» или «специалист по кадрам».

В 1970-е годы была сформулирована максима, которая описывала менеджера: «Managers do things right, and leaders do right things» – «Менеджеры все делают правильно, а лидеры делают правильные вещи». Считалось, что менеджеры должны воплощать решения, а лидеры грамотно принимать эти решения, определять, что делать [5]. И сегодня актуальным остается необходимость обладать лидерскими качествами, знать, как и что организовать, уметь определить вектор развития. Согласно анализу запроса «качества менеджера» на сайте hh.ru составлен список требований:

- 1) Ответственность.
- 2) Умение работать в команде.
- 3) Нестандартность мышления.
- 4) Опытный пользователь ПК.
- 5) Пунктуальность.
- 6) Грамотная речь.
- 7) Коммуникабельность.
- 8) Доброжелательность.
- 9) Внимательность.
- 10) Самоорганизация.
- 11) Обучаемость.
- 12) Ведения переговоров на разных уровнях.
- 13) Аккуратность.
- 14) Дисциплинированность.
- 15) Инициативность.

Перечень требований не отражает особенность профессии менеджера. Если провести анализ запросов, то оказывается, что само определение менеджера не имеет точной трактовки. Менеджер по продаже элитной недвижимости (риэлтор), менеджер по продаже алкоголя (сомелье), клининг-менеджер (уборщики), менеджер по рекламе, сбыту, продаже и еще огромное количество разных названий менеджеров существуют в объявлениях о работе. К сожалению, понятие менеджера настолько в наше время потеряло смысл и ценность, что порой люди не понимают всю важность и серьезность настоящих профессионалов, которые держат всю компанию на себе. Практически каждый день менеджер организации принимает множество решений, от которых зависит будущее компании. Поскольку менеджер – это, в первую очередь, специально подготовленный управляющий, занимающий постоянную управленческую должность и наделенный полномочиями принимать решения по конкретным видам деятельности организации в условиях внешней среды [6].

Среди продиктованных рынком и накопленных опытом требований к менеджерам можно обозначить следующие [7]:

- 1) определение первоочередных и стратегических целей;
- 2) использование традиционных и инновационных подходов в управлении;
- 3) продвижение эффективных методов мотивирования подчиненных;
- 4) бизнес-планирование и прогноз развития организации;
- 5) умение осуществлять контроль.

Помимо универсальных навыков в управлении, специалист в области менеджмента организации обязан обеспечивать эффективное использование ресурсной базы предприятия с учетом его потенциала.

На основе функционального анализа профессиональной деятельности и должностных инструкций существует список ключевых компетенций менеджера, которые можно разделить на 4 группы: управленческие, коммуникативные, личностные и специальные.

Управленческие компетенции

- способный к планированию;
- мотивационный;
- заинтересованный;
- умеющий управлять людьми;
- организованный;
- влиятельный;
- компетентный.

Личностные компетенции

- работоспособный;
- честный;
- надежный;
- ответственный;
- самоконтролируемый;
- практичный;
- искренний.

Коммуникативные компетенции

- креативный;
- коммуникативный;
- открытый новому;
- мобильный.

Специальные компетенции

- обладающий теоретическим мышлением;
- наличие прогностических способностей;
- интеллектуальный.

Согласно профессиональному стандарту менеджера, к условиям труда относится: деятельность в нестандартных и внештатных ситуациях; сложность и многообразие действий при выполнении функций управления; высокий уровень личной ответственности и самостоятельности; высокий уровень ответственности за организацию и качество работы подчиненных. Основными личностными качествами для успешной работы являются: высокая работоспособность, готовность инновационно решать сложные вопросы и проблемы, коммуникативные умения (включая коммуникацию на иностранном языке), самоанализ (способность к рефлексии), стремление к профессиональному развитию, учет и уважение различных точек зрения и взглядов, а также широкий кругозор [8].

Из всех классификаций качеств менеджера наиболее распространенными являются высокая работоспособность, решительность, нестандартность мышления и ответственность. Действительно, каждое действие управленца может как поднять компанию на новый, более высокий уровень, так и полностью обанкротить ее. Поэтому так важно обладать большим спектром компетенций, которые помогут принять верное решение, именно такой набор и будет содержать модель идеального менеджера.

Сформированные ключевые компетенции идеального менеджера могут быть использованы в практике профориентационной работы. Во-первых, при определении целевых групп абитуриентов, для которых разрабатывается комплекс тестов определения степени развития личностных менеджерских качеств. Во-вторых, при развитии деятельностно-ориентированных форм профориентационных мероприятий, когда, например, день открытых дверей проходит в виде мастер-классов и деловых игр. Кроме того, интересны формы профессиональных проб при условии интеграции с предпринимательскими структурами региона. Изучение профориентационной работы в вузах показало, что наиболее эффективной формой является проведение дней открытых дверей вуза (52 %), развиваются новые способы: профориентационные квесты и чемпионаты (45 %), мастер-классы (33 %), экскурсии в музеи (30 %) [9].

Проведенный анализ показал, что требования профессионального стандарта и работодателей к качествам менеджера отличаются. Требования к менеджерам претерпевают постоянные изменения. Предложенная модель идеального менеджера может быть использована как ориентир для будущих абитуриентов при выборе профессии.

Список литературы

1. *Перминова, О. М.* Современная модель подготовки специалиста в университетском комплексе // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2006. – № 2. – С. 88–91.
2. *Голованова, И. Ф.* Проект «Мой выбор» в профессиональном самоопределении школьников // Школа и производство. – 2003. – № 3. – С. 24–26.
3. *Насонова, О. Л.* Профессиональная ориентация как фактор социально-психологической адаптации молодежи в современных экономических условиях // Человек, рынок, образование на рубеже XXI века : материалы Международной научно-практической конференции. – Томск : ТПУ, 1999. – С. 96.
4. *Перминова, О. М.* Траектории подготовки специалистов в университетском комплексе / О. М. Перминова, Е. Б. Лисина, Б. В. Севастьянов // Промышленная и экологическая безопасность. – 2006, декабрь. – № 2. – С. 48–51.
5. *Лашко, С. И.* Интеграция системы экономического и бизнес-образования России в мировой рынок образовательных услуг: теория, модели, практика : автореферат. – Ростов-на-Дону, 2008. – 45 с.
6. Модель современного менеджера // Учебные материалы для студентов : сайт. – URL: https://studme.org/58485/menedzhment/model_sovremennogo_menedzhera (дата обращения: 22.10.2020).

7. Менеджмент предприятия и организация бизнеса // Бизнес Гид : онлайн-журнал о бизнесе. – URL: <http://bizguid.ru/menedzhment-predpriyatiya-i-organizaciya-biznesa> (дата обращения: 21.10.2020).

8. Профессиональный стандарт : приложение. – URL: <http://media.rspp.ru/document/1/4/3/4338a91b98638f2367f6352d3d19f770.pdf> (дата обращения: 21.10.2020).

9. *Перминова, О. М.* Стратегия профориентационной работы в вузе как основа повышения качества формирования профессиональных компетенций / *О. М. Перминова, Е. А. Старцева* // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VIII Международной конференции (Россия, Ижевск, 23–24 апреля 2019 г.): в 2 т. Т. 1. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ им. М. Т.Калашникова, 2019. – С. 123–129.

Проблемы обеспечения безопасности питьевого водоснабжения в городе Кирове

Заостряется внимание на проблемах питьевого водоснабжения города Кирова, выявления причин их появления. Анализируется и структурируется общедоступная информация, на основе которой предложены рекомендации. Основной проблемой питьевого водоснабжения города Кирова является единственный и открытый источник – река Вятка. Для решения проблемы необходимо: достроить резервный источник водоснабжения и ввести новый региональный законопроект.

Ключевые слова: питьевое водоснабжение; азот аммонийный; водовод.

Введение

Каждый человек имеет право на потребление качественной питьевой воды. Но порой это право ущемляется, игнорируется и не воспринимается всерьез, что приводит к различным негативным последствиям.

Актуальность темы заключается в том, что, потребляя любую питьевую воду у себя дома: хоть из-под крана, хоть из бутылки, купленной в ближайшем киоске, человек совершенно не застрахован не только от всевозможных заболеваний, но и смерти. Это проблема глобальная и всеобъемлющая, но хочется ограничиться рамками конкретного места – города Кирова.

Цель работы: выявить проблемы обеспечения безопасности питьевого водоснабжения в городе Кирове и предложить рекомендации для их разрешения.

Для достижения данной цели необходимо решить ряд задач: провести поиск и анализ информации с целью выявления проблем, связанных с питьевым водоснабжением в городе и установить их причины; предложить рекомендации для решения проблем.

Ведущий подход

Объектом исследования является питьевое водоснабжение города Кирова. Осуществлялся поиск информации по официальным источникам: информационные порталы, газеты. Для исследования применялись нормативно-правовые акты. Вся полученная информация объединялась и структурировалась. Далее делались выводы и разрабатывались рекомендации.

Основным источником водоснабжения города является река Вятка с водозабором в слободе Корчемкино. Именно в Корчемкино происходит забор, очистка и подача воды в дома горожан, но проблема заключается в следующем: Вятка является открытым источником водоснабжения. В реку могут и попадают загрязняющие вещества не только в результате половодья и паводка, но

и в результате аварийного сброса сточных вод от предприятий. Так, каждый год весной Вятка находится в опасности от загрязнений, которые в результате половодья вымываются из-под ядерных хранилищ РосРАО, которые располагаются в Кирово-Чепецке вблизи реки. На данный момент прецедентов по поводу радиоактивного загрязнения воды не было, но если эти хранилища не перенесутся на безопасное расстояние от Вятки, а герметичность тары, в которой содержатся радиоактивные отходы, не будет по-прежнему эффективной, то в скором времени горожане могут столкнуться лицом к лицу с радиоактивным загрязнением воды не только для бытовых нужд, но и для питья.

В Кирово-Чепецке находится еще одна опасность для питьевого водоснабжения Кирова – Кирово-Чепецкий химический комбинат (Филиал «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ»)), который располагается рядом с главной водной артерией области.

Весной 2010 г. в результате весеннего паводка размывший хранилища мела химкомбината азот аммонийный попал в воды Вятки. Хранилища комбината были построены в советские времена и не были рассчитаны на большие паводки, которые способны были добраться до них. Этот случай не является первичным, ибо азот аммонийный, содержащийся уже давно не только в меловых хвостохранилищах, но и в грунтовых водах, и в 2001, и в 2005, и в 2008 гг. [1] попадал в реку в гораздо больших концентрациях, чем в 2010 г., о чем успешно умалчивалось.

В 2010 г. впервые было введено ограничение на использование водопроводной воды в качестве питьевой. Управление Роспотребнадзора по Кировской области установило, что в результате превышения до двух раз предельно допустимой концентрации (ПДК) по азоту аммонийному в водах реки Вятки использовать водопроводную воду для питьевых нужд запрещается. Вода была совершенно непригодна для употребления в пищу, а для аллергиков, малолетних детей и грудничков даже купание в ней представляло опасность. В результате большая часть города была отключена от воды на пять дней.

Все началось с того, что в соответствии с проектом отходы производства – мел и другие твердые отходы химкомбината, загрязненные соединениями азота, должны были размещаться в двухсекционных хвостохранилищах, эксплуатация которых была начата в 1985 году, но уже в 1989 году были первые нарушения защиты [1]. Никаких своевременных и действенных методов и мер на то время предпринято не было. Работы по устранению проблем нарушения герметичности начали производиться только после приватизации Кирово-Чепецкого химического комбината, но уже к 2006 г., после неполного комплекса мероприятий по улучшению, эксплуатация хвостохранилищ в режиме приема мела прекратилась [1]. Сейчас эти хранилища находятся за территорией предприятия, но юридически они относятся к заводу минеральных удобрений, поэтому ответственность за загрязнение воды лежит на химкомбинате.

В результате расследования было выяснено, что виновник – завод минеральных удобрений, который является филиалом компании «Уралхим». Руководителя предприятия обязали устранить выявленные нарушения, а предпри-

ятие должно было оплатить штраф за нарушение ст. 8.1 и ст. 8.13 п. 4 Кодекса об административных правонарушениях РФ (КоАП РФ) [2].

Наказанием для предприятия за данное правонарушение являлся штраф в размере от 5000 до 9000 руб., но профессиональным юристам Уралхима удалось отменить это решение в Кировском арбитражном суде ввиду недостаточности доказательств. Химкомбинат ушел от ответственности, но весна 2010 г. навсегда осталась в памяти горожан.

В 2012 г. проблему с поступлением и содержанием азота аммонийного в питьевой воде города Кирова удалось решить путем использования цеолитов при очистке воды на водозаборе в Корчемкино. В результате применения этих природных сорбентов для очистки воды о проблеме повышенного содержания азота аммонийного в питьевой воде как в сезон поводков, так и в другие сезоны горожане могут не переживать. Новая технология очистки позволяет очищать воду от азота аммонийного до концентрации ниже ПДК, т. е. ниже 2 мг/л (Сан-Пин 2.1.4.1074-01), что делает воду пригодной для употребления горожанами в любое время года [3].

Город Киров нуждается в альтернативном источнике питьевой воды. В соответствии со ст. 34 «Водного Кодекса Российской Федерации» (ВК РФ): «В целях обеспечения граждан питьевой водой в случае возникновения чрезвычайной ситуации осуществляется резервирование источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения на основе защищенных от загрязнения и засорения подземных водных объектов. Для таких источников устанавливаются зоны специальной охраны, режим которых соответствует режиму зон санитарной охраны подземных источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения» [4]. Если обратиться к распоряжению Правительства Кировской области от 03.12.2010 г. № 454 «О резервировании источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения граждан на территории муниципального образования „Город Киров“ в случае возникновения чрезвычайной ситуации», то можно выяснить, что в случае чрезвычайной ситуации у города Кирова будут следующие резервные источники подземного водоснабжения: участки: Подозерье – резервный, Порошино, Бахтинский – резервный и месторождение подземных вод «Голодницкое» [5]. Информации об этих источниках совершенно нет. Даже нет информации о том, хватит ли у этих месторождений мощности, чтобы обеспечить питьевой водой население города в случае чрезвычайной ситуации (по некоторым данным кировчанам в сутки требуется это около 200 тысяч м³ воды).

Вопрос о резервном источнике питьевого водоснабжения стоял настолько остро, что был придуман и разработан проект по прокладке водовода из поселка Кумены в город Киров к водозабору в Корчемкино с целью использования этого источника в качестве резервного, но с дальнейшей перспективой на использование его в качестве основного, а воду из реки Вятки оставить в качестве альтернативного. Позже было придумано подмешивать воду из Кумен с водой из Вятки и подавать в город. Перспективы и в том и другом случае довольно радужные для города, но в реальности воз и ныне там, ибо строительство водо-

вода до сих пор не закончено и нет точных прогнозов из официальных источников, когда уже чистая вода из подземного источника будет подаваться горожанам, хотя его строительство началось еще в 2013 г., а закончиться должно было уже к 2015 г.

Началось все еще в 1997 г., когда мэром города Кирова был Василий Алексеевич Киселев [6]. Именно у него зародилась идея о постройке резервного источника питьевого водоснабжения. В начале двухтысячных были представлены варианты, откуда можно производить забор воды: от реки Быстрицы, от Моломы, но выбор остановился на использовании воды из Кумен. По данным геологической разведки на тот период было отмечено, что после того, как были пробурены две скважины, вода у жителей поселка ушла, и они были вынуждены брать ее из местного пруда. Вскоре от идеи строительства водовода отказались, потому что пришел инициативный предприниматель Василий Зонов, который предложил проект по установлению около 250 киосков с дешевой питьевой водой – «Ключ здоровья».

По поводу проблем с качеством бутилированной воды в Кирове прецедентов не было, но такие проблемы актуальны в современном мире. Ведь покупатель не знает, откуда добыта эта вода, что в нее добавили. Может, сейчас вы пьете не артезианскую воду, а обычную доочищенную водопроводную, хотя на бутылке указано, что она высшей категории? А все потому, что есть недобросовестные предприниматели, которые обманывают потребителей; предприниматели, занимающиеся подделыванием бутилированной питьевой воды известных брендов; некачественная проверка компетентных органов организаций, занимающихся производством бутилированной воды. Если и проводится качественная проверка, то, как показывает практика, на анализы идет одна вода, а потребителям совсем другая. Об этой проблеме можно долго говорить и написать не одну статью, но в городе Кирове проблем с бутилированной водой и ее качеством не прослеживается. Это не может не радовать.

В 2013 г. вопрос о строительстве альтернативного источника питьевого водоснабжения снова стал актуальным с приходом Владимира Васильевича Быкова на пост мэра города Кирова. Была снова проведена разведка запасов воды в Куменах и удалось выяснить, что новый источник водоснабжения, со слов администрации, сможет обеспечивать город в течение, минимум, 25 лет, но т. к. проект является совершенно секретным, то доподлинно неизвестно, так ли это все на самом деле. Городская администрация заключила договор с Кирово-Чепецким управлением строительства (КЧУС) по строительству водовода. Стоимость проекта составила 4,8 млрд руб. Предусматривалось бурение 26 скважин глубиной до 90 м, прокладывание трубопроводов, строительство резервуаров. На данный момент уже реализовано 3,5 млрд руб. и построено два резервуара для питьевой воды объемом 2 тыс. м³, 42 км трубопровода из 67,8 км. В целом водовод, как говорят в мэрии, уже готов на 72 %, но на дворе уже 2020 г., а стройка предусматривалась до 2015 года [7]!

Стройка активно велась до 2018 г., но затем начались следующие проблемы, а именно: во-первых, у заказчика (городской администрации) закончи-

лись средства для выплат подрядчику (КЧУС), потому что на этот год не было предусмотрено финансирование этого проекта, во-вторых, у КЧУС закончилась лицензия на строительство, и т. к. объект считается секретным, то работы прекратились, потому что у работников не было допуска. После того, как закончилось финансирование, городская администрация заимствовала несколько сотен миллионов у КЧУС для продолжения стройки. На что застройщик вложил собственные средства в строительство, но заказчик не смог вернуть деньги. Итог: КЧУС долгое время был в предбанкротном состоянии, а совсем недавно строительную компанию признали банкротом.

Чтобы сохранить все, что уже построено, ибо было замечено, что народ начал понемногу разбирать водовод, было решено его законсервировать, но для консервации нужно еще около 119 млн руб. На данный момент нашелся только один подрядчик ООО «Энергетические системы и комплексы» (Москва), у которого есть лицензия и допуск для работ с объектом повышенной секретности, но контракт с организацией до сих пор не подписан [8].

Недавно губернатор Кировской области Игорь Васильев заявил, что водовод из Кумен в Киров будет достроен! Некоторые официальные источники подтверждают данную информацию и даже установлен срок до 2021 г.

Из вышесказанного можно выделить одну основную проблему: у города Кирова имеется один открытый и единственный источник питьевого водоснабжения – река Вятка. Он является открытым, потому что он в прямом смысле слова «открыт» к различным загрязнениям (азот аммонийный в 2010 г. тому подтверждение), и единственным, потому что резервный источник до сих пор не построен.

Данная проблема тянет за собой и другую, не менее важную – качество питьевой воды. На основании данных Роспотребнадзора на 2011 г., в питьевой воде города Кирова преобладали такие вещества, как бор, железо, кремний, нитраты, алюминий, хлороформ [9]. Данные показатели присутствуют в городской воде до сих пор и даже иногда превышают допустимые пределы.

Результаты исследований, их обсуждение

Результатом работы является выявление проблем обеспечения безопасности питьевого водоснабжения в городе Кирове и предоставление рекомендаций по решению данных проблем, о чем подробнее говорится в выводах к данной статье. Все представленные рекомендации не являются новыми или малоизученными, что делает их применение на практике более реальным для решения проблем, к примеру, региональный закон «О питьевой воде» присутствует в таких регионах, как Волгоградская, Воронежская области, республика Башкортостан.

Решение выявленных проблем поможет улучшить качество питьевой воды в городе Кирове, что предотвратит риск массового заболевания людей и их гибели.

Выводы

1. В ходе работы было выявлено множество проблем, но все они вытекают из одной: река Вятка – основной открытый и единственный источник питье-

вого водоснабжения в городе Кирове. Действительно, если бы у города были подземные источники водоснабжения, то ни азот аммонийный в 2010 г., ни какие-либо захоронения вблизи Вятки не были бы страшны для жителей города. Бутилированная вода, а также проблемы, связанные с ней, была бы не нужна, как и «чудо-водовод» из Кумен, который до сих пор не могут достроить, хотя прошло много времени и вложено колоссальное количество денежных средств!

2. Для решения выявленных проблем хочется предложить следующие рекомендации:

1) В соответствии со ст. 34 Водного Кодекса Российской Федерации (ВК РФ) у города Кирова должен быть резервный источник водоснабжения закрытого типа, в который не смогут попасть загрязняющие вещества. Это значит, что водовод из Кумен в Киров должен быть построен. Разумеется, идеальный вариант наблюдается в следующем (помимо строительства резервного источника водоснабжения): перенести все предприятия, находящиеся выше Кирова по течению реки Вятки, на безопасное расстояние, чтобы отходы от них не попадали в реку; перенести (или вообще ликвидировать) все захоронения отходов, ядерные хранилища, находящиеся в непосредственной близости от Вятки, чтобы из-за половодий и паводков вредные и опасные вещества не вымывались и не попадали в реку, а затем – в водопроводные трубы горожан;

2) Нужно развивать региональную нормативно-правовую базу, связанную с питьевым водоснабжением. Следует ввести региональный закон о питьевой воде, который сможет не только гарантировать удовлетворение потребностей граждан в качественной питьевой воде, но и обеспечит государственные гарантии надежности питьевого водоснабжения, поможет установить ответственность за правонарушения в области питьевого водоснабжения;

3) Улучшить качество водоподготовки путем внедрения современных методов очистки питьевой воды;

4) Повысить уровень гигиенических знаний и навыков обслуживающего персонала водоочистных сооружений;

5) Осуществлять своевременный плановый и внеплановый контроль и надзор за деятельностью предприятий и организаций в области питьевого водоснабжения не только централизованного и децентрализованного, но и бутилированного.

Список литературы

1. От паводка до паводка // Chepetsk.ru : Кирово-Чепецкий портал : сайт. – URL: <https://chepetsk.ru/news/2010-11-26-4.html> (дата обращения: 13.11.2020).

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ: ред. от 15.10.2020] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 27.12.2020).

3. Пить из-под крана можно». Как работает водозабор в Корчемкино? // Городкиров.ru : новости ЖКХ. –16 апреля 2015. – URL: <https://gorodkirov.ru/content/article/vodozabor-v-korchemkino-pit-iz-pod-krana-mozhno-20150416-1653> (дата обращения: 10.11.2020).

4. Водный кодекс Российской Федерации [от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ; ред. от 24.04.2020] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW&dst=&n=60683&req=doc#022821148121094792> (дата обращения: 27.12.2020).

5. О резервировании источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения граждан на территории муниципального образования «Город Киров» в случае возникновения чрезвычайной ситуации : распоряжение [от 03.12.2010 г. № 454] // ТехэксперТ. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/973027762> (дата обращения: 27.12.2020).

6. Губит людей вода: водовод Кумены – Киров – это спланированная афера // Наблюдатель online. – URL: <https://nabludatel.online/2018/03/22/губит-людей-вода-водовод-кумены-киров/> (дата обращения: 13.11.2020).

7. Куда утекли деньги? Строительство водовода в Куменах приостановлено // Аргументы и факты. – URL: http://www.kirov.aif.ru/society/kuda_utekli_dengi_stroitelstvo_vodovoda_v_kumenah_priostanovleno (дата обращения: 14.11.2020).

8. Стройка века: водовод Кумёны – Киров достроят за 6 млрд рублей к 2021 году // Свой кировский.рф. – URL: <https://kirov-portal.ru/news/podrobnosti/strojka-veka-vodovod-kumyony-kirov-dostroyat-za-6-mlrd-rublej-k-2021-godu-19741/> (дата обращения: 14.11.2020).

9. Результаты мониторинга качества питьевой воды централизованного водоснабжения на территории Кировской области в системе социально-гигиенического мониторинга за 11 месяцев 2011 // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: <https://rpnkirov.ru/news/detail.php?ID=3391&print=Y> (дата обращения: 14.11.2020).

Применение информационных технологий для автоматизации технологического процесса водоочистки на предприятии

Рассмотрена одна из самых актуальных во все времена проблем человечества – подготовка воды, предназначенной для питья. Акцент в исследовании сделан на улучшение технологического процесса за счет автоматизации. Сделать это можно путем применения современных информационных технологий и методов машинного обучения. В работе проведено исследование возможностей применения и внедрения информационных технологий для автоматизации технологического процесса водоочистки на предприятии. Обозначены возможности применения методов машинного обучения в данной области. Рассмотрены актуальные методы машинного обучения – применение искусственных нейронных сетей, проанализированы возможные структуры нейронной сети, функции активации и количество нейронных связей. Рассмотрена актуальность внедрения подобных методов в систему водохозяйственного производства.

Ключевые слова: информационные технологии; автоматизация; водоподготовка; технологический процесс; питьевая вода.

С незапамятных времен получение воды, пригодной для питья, являлось одной из самых важных проблем человечества. На сегодняшний день данная проблема остается актуальной. Однако акцент в проводимых разработках касательно данной проблемы уже следует делать больше на улучшение самих процессов водоподготовки, т. к. качество питьевой воды нормируется санитарными нормами, которые обязательны на всех предприятиях (другими словами, если производимая предприятием питьевая вода не соответствует установленным нормам, то данное предприятие просто не будет функционировать, пока не решит данную проблему). Существует множество эффективных технологических процессов для получения питьевой воды, которая бы удовлетворяла всем санитарным нормам. Однако в данной области является открытым вопрос автоматизации технологических процессов по подготовке питьевой воды [1]. Именно поэтому рассмотрена возможность и результаты применения автоматизации технологического процесса дезодорации питьевой воды. Основой, благодаря которой будет возможно проводить процесс автоматизации, является применение современных методов машинного обучения.

Говоря о проблеме автоматизации технологического процесса водоподготовки, следует рассмотреть преимущества и недостатки данного новаторства. Из преимуществ можно выделить [2]:

– возможность выявления скрытых, ранее неизвестных для данного технологического процесса предприятия общих закономерностей;

- выявлять оптимальные параметры технологического процесса без экспериментальных исследований;
- сокращение затрат для проведения экспериментальных исследований для выбора оптимального количества сорбента и его дозирования;
- возможность прогнозирования технологического процесса.

Из недостатков автоматизации процесса можно выделить:

- ограниченность применения в рамках одной технологической схемы, одного предприятия, одного водоисточника, т. е., другими словами, разработанная система может не приводить к нужным результатам качества воды если будут изменения водоисточника или если будут внесены изменения в технологическую схему (допустим, если будет введен новый технологический процесс);
- вероятность отказа системы, либо ошибочное определение параметров процесса дезодорации; в этом случае следует разрабатывать дополнительную систему контроля качества питьевой воды, которая бы контролировала дополнительно процесс автоматизации.

Применение информационных систем и методов машинного обучения представляет огромный интерес как для научных исследований, так и для производственных процессов. Для применения искусственной нейронной сети в системе автоматизации технологического процесса дезодорации воды следует, в первую очередь, определить ее структуру, количество связей между нейронами, количество скрытых слоев, количество входящих и исходящих сигналов, функцию активации нейронов.

Рассмотрим распространение сигналов искусственной нейронной сети. Одной из основных формул здесь будет распространение входящих сигналов [3, 4]:

$$X = WI, \quad (1)$$

где X – матрица нейронов рассматриваемого скрытого слоя искусственной нейронной сети; W – совокупность весов сигналов, которые преобразованы в матрицу; I – матрица для значений входящих сигналов искусственной нейронной сети.

Следует учитывать и обновление весовых коэффициентов связей между нейронами искусственной нейронной сети в зависимости от ошибки, исходящих сигналов по сравнению с проверочной выборкой.

Рассмотрим структуру искусственной нейронной сети. На рис. 1 представлен пример передачи сигналов в искусственной нейронной сети [4].

Если рассматривать функции активации для каждого нейрона искусственной нейронной сети, то здесь их достаточно много – наиболее популярные при этом функции гистерезиса, логистической функции, единичного скачка, и гиперболического тангенса (рис. 2) [3, 5].

Что касается функции активации нейронов, то здесь чаще всего (а наш случай не является исключением) применяется сигмоидальная функция активации (функция S-образного вида) активации [3–6]:

$$f(S) = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \quad (2)$$

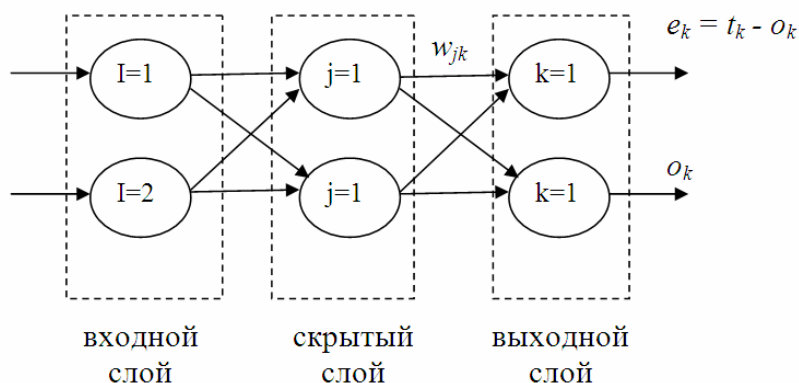


Рис. 1. Пример передачи сигналов в искусственной нейронной сети в графическом виде

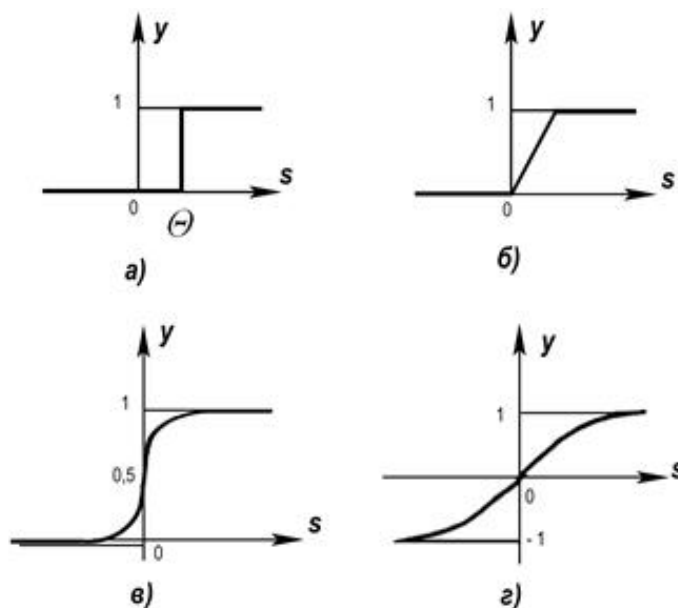


Рис. 2. Функции активации, которые наиболее часто применяются для нейронов

Применение сигмоидальной функции активации обусловлено тем, что она обеспечивает, в первую очередь, постепенное обучение каждого нейрона. Данная функция сглажена в переходной области, т. е. функция непрерывна и, следовательно, дифференцируема.

Следует обосновать количество нейронов, количество скрытых слоев и количество связей. Здесь может быть применено достаточно большое количество методик, но не существует универсальных методов по определению оптимального количества нейронов и количества скрытых слоев, очень часто применяется метод подбора [6, 7].

Применение информационных технологий, в частности обученной искусственной нейронной сети в качестве основы процесса автоматизации, поможет более точно рассчитать наиболее подходящие параметры технологических процессов водоподготовки. Это позволит сократить ресурсы работников предприятия на проведение процесса подготовки питьевой воды.

Список литературы

1. *Когановский, А. М.* Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А. М. Когановский, Н. А. Клименко. – Москва : Химия, 1983. – 288 с.
2. Системный анализ показателей исходной воды при производстве питьевой воды в системе центрального водоснабжения / Г. А. Благодатский, А. А. Бас, М. М. Горохов, Д. С. Пономарев // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Т. 16. № 2. – С. 84–96.
3. *Круглов, В. В.* Нейронные сети конфигурации обучение, применение / В. В. Круглов, В. В. Борисов, Е. В. Харитонов // Изд-во Московского энергетического института (филиал). – Смоленск, 1998. – 215 с.
4. *Рашид, Т.* Создаем нейронную сеть на Python. – Санкт Петербург : ООО «Альфа-книга», 2018. – 272 с.
5. *Борисов, В. В.* Основы построения нейронных сетей / В. В. Борисов, В. В. Круглов, Е. В. Харитонов. – Смоленск : Изд-во Военного университета войсковой ПВО ВС РФ, 2002. – 193 с.
6. *Борисов, Ю.* Нейросетевые методы обработки информации и средства их программно-аппаратной поддержки / Ю. Борисов, В. Кашкаров, С. Сорокин // Открытые системы. – 2001. – № 4. – 215 с.
7. *Анил, К. Джейн.* Введение в искусственные нейронные сети / К. Джейн Анил, Мао Жианчанг, К. М. Моиуддин // Открытые системы. – 2003. – № 4. – С. 31–44.

А. В. Романов, кандидат технических наук, romanov@istu.ru

Л. В. Запотичная, магистрант

И. О. Малышонков, магистрант

А. С. Урсегова, магистрант

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Система диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов на базе нечеткой логики

Рассмотрены вопросы диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов. Предложена структура системы диагностики и прогнозирования на базе нечеткой логики. Приведено обоснование выбора функций принадлежности и диапазонов изменения входных (невязок) и выходных переменных. Представлены базы правил, обеспечивающие функционирование системы диагностики и прогнозирования.

Ключевые слова: система диагностики; привод; мобильный робот; нечеткая логика; невязка.

Введение

По разным оценкам, к 2035 г. не менее 30 % рабочих мест будет заменены робототехническими и мехатронными системами. К приводам, используемым в робототехнике, предъявляют довольно жесткие требования. Для обеспечения их высокой надежности требуются системы диагностики и прогнозирования остаточного ресурса. Решению данной задачи посвящены работы [1–8].

Система диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов

Структура программы диагностирования и прогнозирования

В соответствии с алгоритмами [6, 7] разработана система диагностирования и прогнозирования, структура которой представлена на рис. 1.

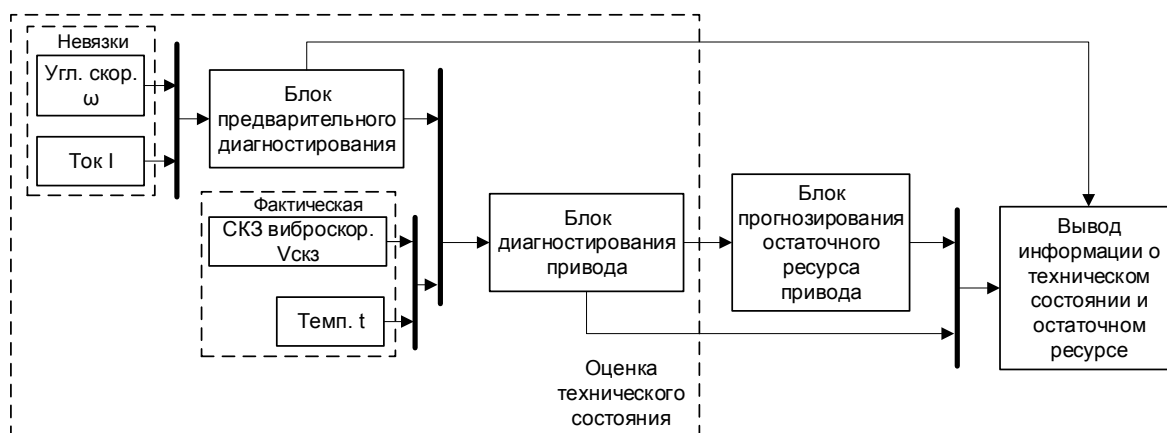


Рис. 1. Структурная схема системы диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов

В качестве входных параметров для блока предварительной диагностики, оценивающего техническое состояние привода, используются невязки (вычисляются как разница между фактическим и эталонными (модельными) значениями) по электрическому току и угловой скорости. В случае неудовлетворительного состояния привода проводится дальнейшее диагностирование на основе данных о вибрации и температуре.

С вибродатчика производятся измерения фактического виброускорения. Для вычисленного спектра виброскорости находится среднее квадратическое значение (СКЗ), полученное СКЗ передается в блок диагностики.

В качестве дополнительного параметра при проведении комплексной диагностики используется информация с датчика температуры. Фактическое значение сравнивается с критическим, полученная невязка передается в блок диагностирования.

Выбор функций принадлежности и диапазонов изменения переменных

Для обеспечения достоверности работы системы диагностирования необходимо назначать нечетное количество термов для каждой лингвистической переменной, а для обеспечения высокого быстродействия – число термов должно быть от 5 до 7. На основании экспериментальных данных диапазоны изменения лингвистических переменных «невязка по угловой скорости» $\Delta\omega$ и «невязка по току» ΔI разделены на семь перекрывающих друг друга множеств, лингвистические переменные «СКЗ виброскорости» $V_{скз}$ и «температура» t – на пять, лингвистическая переменная «техническое состояние привода» – на три.

При определении лингвистических переменных требуется определение диапазонов изменения входных и выходных переменных, после этого диапазон изменения каждой переменной делится на множества, при этом требуется выбрать тип функции принадлежности.

В большинстве работ, посвященных разработке нечетких систем диагностирования, в качестве функций принадлежности используются треугольные функции, вследствие обеспечения высокой скорости работы и хорошей точности.

Следовательно, для описания входной переменной $\Delta\omega$, ΔI применяется нечеткая переменная с семью треугольными термами: отрицательный большой (ОБ), отрицательный средний (ОС), отрицательный малый (ОМ), нейтральный (Н), положительный малый (ПМ), положительный средний (ПС), положительный большой (ПБ).

Для описания входной переменной $V_{скз}$ и t используется нечеткая переменная с пятью треугольными термами: очень малый (ОчМ), малый (М), средний (С), большой (Б), очень большой (ОчБ),

Для лингвистического описания выходной переменной используется нечеткая переменная, имеющая три треугольных терма: исправный (И), с незначительными дефектами (НД), аварийный (А).

В цифровых системах необходимо привести сигналы к диапазону $[-1, 1]$ с помощью процедур нормализации входных сигналов и денормализации вы-

ходных сигналов. Коэффициенты нормализации $K_{\Delta\omega}$, $K_{\Delta I}$, $K_{V_{скз}}$, K_t для входных переменных вычисляются в соответствии с максимально возможными величинами невязок по угловой скорости и вибрации и максимально допустимыми значениями СКЗ виброскорости и температуры узлов привода:

– невязка по угловой скорости:

$$K_{\Delta\omega} = \frac{1}{\max|\Delta\omega|}; \quad (1)$$

– невязка по току:

$$K_{\Delta I} = \frac{1}{\max|\Delta I|}; \quad (2)$$

– СКЗ виброскорости:

$$K_{V_{скз}} = \frac{1}{\max|V_{скз}|}; \quad (3)$$

– температура:

$$K_t = \frac{1}{\max|\Delta t|}. \quad (4)$$

При назначении границ диапазонов изменения входных лингвистических переменных использовались следующие значения: невязка по скорости $\Delta\omega$ от 0 до $\omega_{хх}$ (угловая скорость на валу двигателя на холостом ходу), невязка по току ΔI от 0 до $I_{пуск}$ (пусковой ток), среднее квадратическое значение виброскорости $V_{скз}$ – от 0 до максимального для узла привода согласно ГОСТ Р ИСО 13373-1 2009 «Вибрационный контроль состояния машин», температура t – от 0 до максимально допускаемой для подшипников качения и двигателя 90 °С, с учетом того, что датчик закреплен на корпусе двигателя, который может иметь температуру на 10–20 °С меньше, чем фактическая, примем максимальную температуру 70 °С.

Значения нормализующих коэффициентов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициенты нормализации

Коэффициент нормализации	Значение
$K_{\Delta\omega}$	0,004343
$K_{\Delta I}$	0,04
$K_{V_{скз}}$	$1/V_{скз}$ узла
K_t	0,0143

Назначим диапазоны изменения термов входных переменных (табл. 2–4).

Таблица 2. Диапазоны изменения входных лингвистических переменных

Наименование	Невязка по угловой скорости $\Delta\omega$	Невязка по току ΔI
ОБ	$-1; -0,67$	$-1; -0,67$
ОС	$-1; -0,33$	$-1; -0,33$
ОМ	$-0,67; 0$	$-0,67; 0$
Н	$-0,33; 0,33$	$-0,33; 0,33$
ПМ	$0; 0,67$	$0; 0,67$
ПС	$0,33; 1$	$0,33; 1$
ПБ	$0,67; 1$	$0,67; 1$

Таблица 3. Диапазоны изменения входных лингвистических переменных

Наименование	Среднее квадратическое значение виброскорости $V_{скз}$	Температура t
ОчМ	$0; 0,25$	$0; 0,25$
М	$0; 0,5$	$0; 0,5$
С	$0,25; 0,75$	$0,25; 0,75$
Б	$0,5; 1$	$0,5; 1$
ОчБ	$0,75; 1$	$0,75; 1$

Таблица 4. Диапазоны изменения выходных лингвистических переменных

Наименование	Состояние двигателя
И	$0; 0,5$
НД	$0; 1$
А	$0,5; 1$

Состояние с незначительными дефектами свидетельствует о начале развития деградационных процессов. В случае аварийного состояния требуется немедленная остановка работы привода мобильного робота, в противном случае, возможен выход из строя. При выходе переменной за границы диапазона степень принадлежности данной переменной равна 1.

Полученные термы входных и выходных переменных представлены на рис. 2–6.

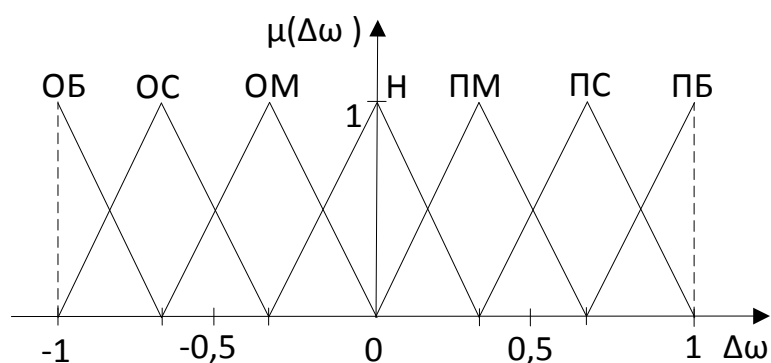


Рис. 2. Термы входной переменной $\Delta\omega$

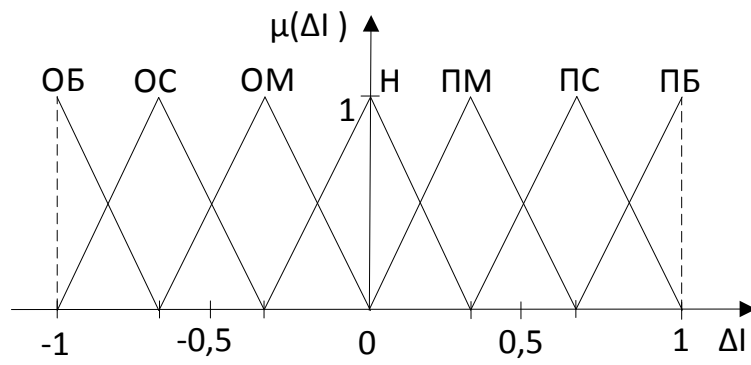


Рис. 3. Термы входной переменной ΔI

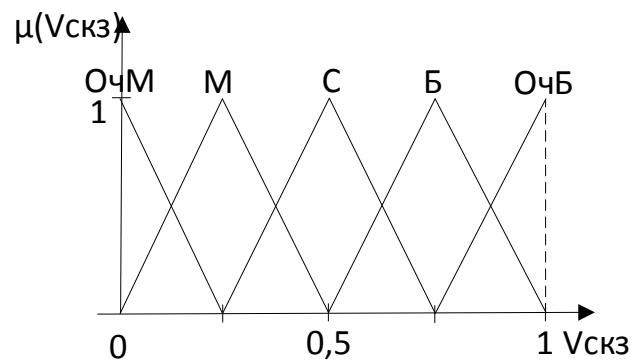


Рис. 4. Термы входной переменной $V_{\text{скз}}$

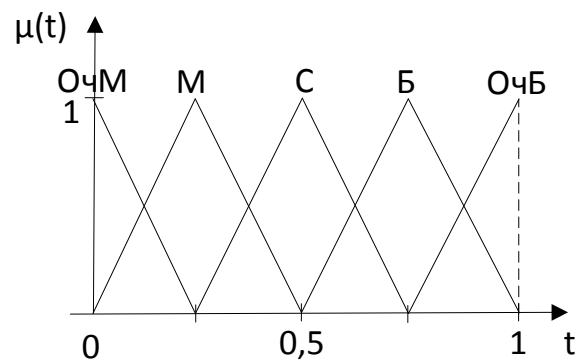


Рис. 5. Термы входной переменной t

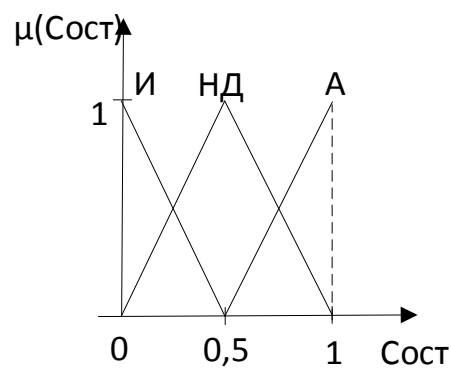


Рис. 6. Термы выходной переменной Состояние

Разработка базы правил нечеткого вывода

Сформируем базу правил блока предварительного диагностирования на базе нечеткой логики на основании диапазонов разбиения лингвистических переменных.

При формировании базы правил используем предположение о том, что увеличение невязки по току или угловой скорости свидетельствует об ухудшении технического состояния двигателя, в зависимости величины невязки сформулированы лингвистические правила.

Невязка положительна, если расчетное значение величины (электрического тока, угловой скорости) превышает фактическое значение, и отрицательна – если меньше его.

Правила формируются по типу ЕСЛИ ... И ..., ТО

Приведем некоторые из них: если фактическое значение тока больше расчетного (невязка отрицательная большая), фактическое значение угловой скорости больше расчетного (невязка отрицательная большая), то привод робота неисправен.

Аналогично правила могут быть сформулированы для других значений входных величин.

Итоговая база правил блока предварительного диагностирования с нечетким выводом, включающая в себя 49 продукционных правил, приведена в табл. 5.

Таблица 5. База правил блока предварительного диагностирования

	ΔI							
		ОБ	ОС	ОМ	Н	ПМ	ПС	ПБ
$\Delta \omega$	ОБ	А	А	НД	НД	А	А	А
	ОС	А	НД	НД	НД	НД	НД	А
	ОМ	НД	НД	И	И	И	НД	НД
	Н	НД	НД	И	И	И	НД	НД
	ПМ	НД	НД	И	И	И	НД	НД
	ПС	А	НД	НД	НД	НД	НД	А
	ПБ	А	А	А	НД	НД	А	А

Аналогичным образом формируется база знаний для блока диагностирования привода мобильного робота (25 продукционных правил) (таблица 6).

Таблица 6. База правил блока диагностирования

	t					
		ОчМ	М	С	Б	ОчБ
$V_{с3}$	ОчМ	И	И	И	НД	А
	М	И	И	И	НД	А
	С	И	И	НД	НД	А
	Б	НД	НД	НД	А	А
	ОчБ	А	А	А	А	А

Сформулированные базы правил описывают все возможные комбинации входных переменных и соответствующее им значение выходной переменной. При таком подходе исключается вариант неопределенности решения системы нечеткого вывода.

Заключение

Предлагаемая система диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов на основе нечеткой логики, разработанная на базе алгоритмов диагностирования и прогнозирования, позволяет проводить его комплексную диагностику и прогнозирование остаточного ресурса привода на основе сигналов невязки потребляемого тока, скорости вращения, вибрации и температуры.

Список литературы

1. Monitoring of technical condition of motors and bearings of woodworking equipment / I. Abramov, Y. Nikitin, O. Zorina, P. Božek, P. Stepanov, V. Stollmann // *Acta Facultatis Xylologiae*. – 2014. – Vol. 56 (2). – Pp. 97–104.
2. *Isermann, R. Combustion Engine Diagnosis. Model-based Condition Monitoring of Gasoline and Diesel Engines and their Components*. – Springer-Verlag GmbH, Germany, 2017. – 313 p.
3. *Leonhard, W. Control of electrical drives: 2nd edn*. – Springer, Berlin, 2001.
4. *Luo, H. Plug-and-Play Monitoring and Performance Optimization for Industrial Automation Processes*. – Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017. – 158 p.
5. *Romanov, A. Ocenka ostatočného resursa privodov mobil'nych robotov* / A. Romanov, J. R. Nikitin, P. Božek // In *ARTEP 2020. Automatizácia a riadenie v teórii a praxi*. – Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2020. – S. 1–6. ISBN 978-80-553-3487-5.
6. *Romanov, A. Algoritm diagnostiki privodov mobil'nych robotov* / A. Romanov, J. R. Nikitin, J. Peterka // In *ARTEP 2020. Automatizácia a riadenie v teórii a praxi*. – Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2020. – S. 1–6. ISBN 978-80-553-3487-5.
7. *Никитин, Ю. Р. Логико-лингвистическая модель диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса мехатронных объектов* / Ю. Р. Никитин, И. В. Абрамов, П. И. Степанов // *Интеллектуальные системы в производстве*. – 2013. – № 2 (22). – С. 79–87.
8. *Диагностирование приводов мобильных роботов на базе модели двигателя постоянного тока* / Ю. Р. Никитин, С. А. Трефилов, А. И. Абрамов, И. В. Абрамов, Ю. В. Турыгин, А. В. Романов // *Интеллектуальные системы в производстве*. – 2018. – Том 16. – № 4. – С. 114–121.

Р. А. Седов, магистрант, rest.api@mail.ru, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
В. Г. Суфиянов, доктор технических наук, профессор, vsufiy@mail.ru,
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
М. В. Мосеева, доктор медицинских наук, профессор, marinamoseeva@mail.ru,
Ижевская государственная медицинская академия

Разработка алгоритма выявления контуров иерархических структур на цифровых изображениях

Представлен алгоритм выявления иерархических структур на цифровых изображениях. Рассмотрены методы предобработки изображений, алгоритмы анализа и распознавания иерархических структур.

Ключевые слова: компьютерное зрение; иерархические структуры; выявление контуров; анализ изображений.

Введение

В настоящее время быстрыми темпами развиваются теория и практика компьютерного зрения как одно из ведущих направлений искусственного интеллекта. С помощью методов компьютерного зрения можно осуществить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов, например, в области обработки медицинских изображений, классификации лиц, определения государственных регистрационных номеров на автомобилях, распознавания текстов и т. д.

Для выявления границ иерархической структуры необходимо выполнить предобработку исходного изображения (усиление/ослабление резкости, контрастности, яркости; добавление/удаление размытия и т. д.), провести сегментацию.

Предобработка изображений

Перед обработкой исходных цифровых изображений переведем их из цветового пространства RGB в пространство серых оттенков. Функция преобразования выглядит следующим образом [1]:

$$f_{ij} = 0,299 \cdot R_{ij} + 0,587 \cdot G_{ij} + 0,114 \cdot B_{ij}, \quad (1)$$

где f_{ij} – значение оттенков серого цвета; R_{ij} – значение канала красного цвета, G_{ij} – значение канала зеленого цвета; B_{ij} – значение канала синего цвета.

Данное действие выполняется исходя из цели экономии вычислительных ресурсов при обработке изображений.

Общий оператор обработки изображений – функция, которая принимает одно или несколько входных изображений и создает выходное изображение [2]:

$$g_{ij} = \alpha \cdot f_{ij} + \beta, \quad (2)$$

где g_{ij} – значение выходного изображения; f_{ij} – значение входного изображения; α и β – параметры усиления контрастности и яркости соответственно.

Для выделения областей изображения, соответствующих объектам, которые необходимо выделить, используется метод сегментации. Он основан на разделении областей при наличии отличия интенсивностей между пикселями объекта и пикселями фона. Для того чтобы отличать интересные пиксели от остальных, необходимо выполнить сравнение значения интенсивности каждого пикселя с пороговым значением. После разделения необходимо установить каждому пикселю определенное значение для его идентификации, например, 0 (белый) и 1 (черный). Новое значение может быть выражено как:

$$p_{ij} = \begin{cases} 1, & g_{ij} > t, \\ 0, & g_{ij} \leq t, \end{cases} \quad (3)$$

где p_{ij} – значение выходного изображения; g_{ij} – значение входного изображения; t – пороговое значение.

После того как изображение успешно обработано, необходимо применить пороговую фильтрацию по формуле (3). Пороговое значение определяется экспериментальным путем в рамках каждой задачи. Обычно в качестве порогового значения принимают 127 (половина всего диапазона оттенков серого). Согласно (3) получаем, что если текущий пиксель больше, чем пороговое значение, то ему присваивается черный цвет, иначе – белый.

Главным этапом в алгоритме выявления иерархических структур является распознавание контуров структур. Основное действие заключается в растровом сканировании – обход изображения по каждому пикселю с заданным направлением, в данном случае с левого нижнего угла изображения вверх по столбцам. При анализе двоичного изображения положим, что 1 – пиксель является частью некоторого объекта, 0 – пиксель является частью фона. Таким образом, задача распознавания контуров заключается в том, что необходимо находить группы (множества) черных пикселей, связанных друг с другом, а сам контур представим в виде связных компонент. Приведем пример простого контура, который составлен из 8-связной компоненты (рис. 1).

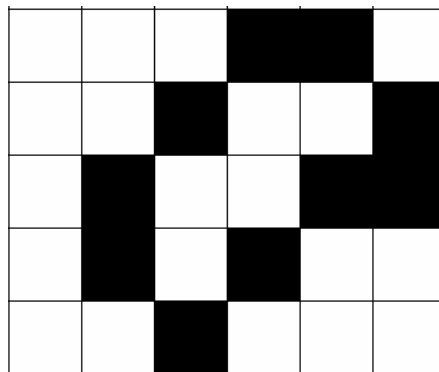


Рис. 1. Пример 8-связного контура

Введем понятие 8-связного соседа – пиксель X является 8-связным соседом для некоторого пикселя Y , если они имеют общее ребро или вершину [3]. Множество 8-связных соседей образуют соответственно 8-связную компоненту, т. е. такое множество, в котором для каждой пары пикселей будет выполняться определение, указанное выше.

В настоящее время существует множество алгоритмов определения контуров, перечислим наиболее часто использующиеся [3]: трассировка квадратов, трассировка окрестностей Мура, радиальная развертка, а также алгоритм Т. Павлидиса. Последний алгоритм является одним из новейших алгоритмов из всего семейства компьютерного зрения. В рамках данной работы был рассмотрен именно данный алгоритм.

В рамках данного алгоритма необходимо определить начальный пиксель, т. е. тот пиксель, с которого начнется работа основных инструкций алгоритма. Для данного пикселя существует ограничение – «левый» соседний пиксель должен являться пикселем фона, т. е. принимает значение 0. Важная поправка: «левый» пиксель просматривается исходя из направления, с которым мы входим в начальный пиксель. Наглядно отобразить это можно следующим образом (рис. 2).

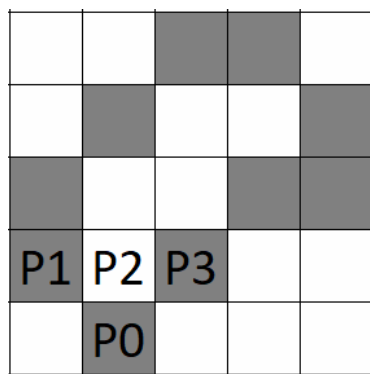


Рис. 2. Пример выбора начального пикселя

Выберем начальным пиксель $P0$ (рис. 2), который удовлетворяет требованиям указанным выше: т. к. растровый обход осуществляется по столбцам снизу вверх, то относительно направления, слева от пикселя $P0$ находится пиксель со значением 0 (является фоном). После того, как начальный пиксель определен, можно приступить к анализу, для этого просматриваются 3 впереди лежащих пикселя. Правила для перехода к следующим пикселям отображены на рис. 3.

В случае если $P1$, $P2$, $P3$ являются фоном, тогда осуществляется поворот на 90 градусов по часовой стрелке и далее осуществить просмотр полученных 3 пикселей. Если поворот осуществится 3 раза, и каждый раз просматриваемые пиксели являются фоном, тогда алгоритм заканчивает свою работу, и текущий пиксель считается изолированным. В общем случае алгоритм заканчивает свою работу, когда текущий пиксель является начальным, тем самым контур объект был распознан. На протяжении всей работы алгоритма необходимо запоминать

путь, который совершают при переходах для упаковки контура в вектор из пикселей.

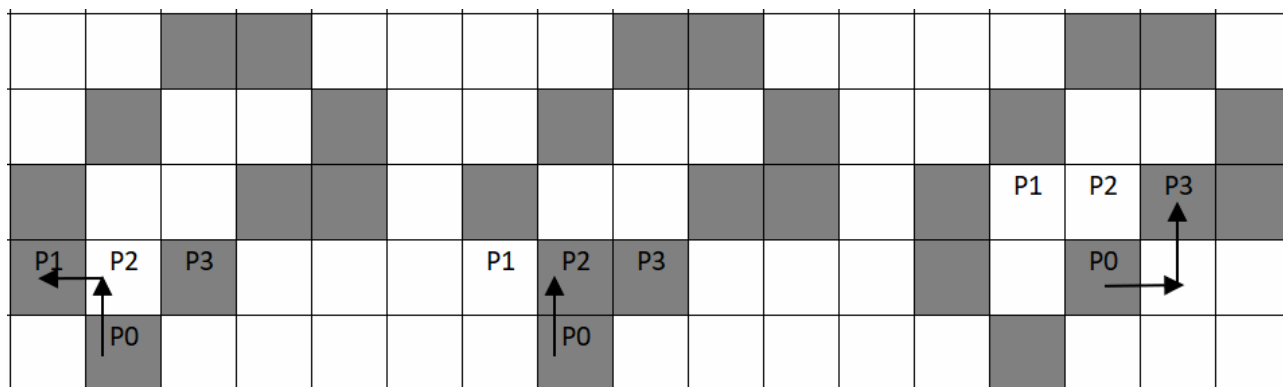


Рис. 3. Правила перехода к следующему граничному пикселю

В некоторых случаях алгоритм не может определить контур объекта (8-связного), который не является 4-связным, для этого было принято решение улучшить критерий останова для данного алгоритма, а именно увеличение количества попаданий в начальный пиксель. Была рассмотрена возможность усиления условий для начального пикселя: изначально левый пиксель от начального должен являться фоном (относительно направления входа), стоит распространить данное требование на пиксели, которые изображены на рис. 4.

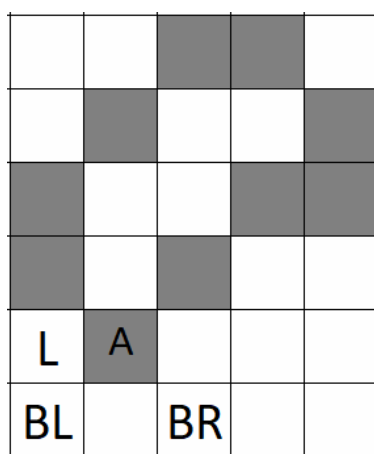


Рис. 4. Пример рассмотрения требований к начальному пикселю

Из рис. 4, L – левый пиксель относительно начального пикселя A , BL , BR – добавленные пиксели, для которых необходимо распространить требование – являются фоном (значение 0). Данное улучшение необходимо для того, чтобы не пропускать пиксели в случае сложных контуров. Стоит отметить, что тогда выбор начального пикселя усложнится, что скажется на работе алгоритма. В рамках данной работы было использовано первое улучшение алгоритма: увеличение количества возвратов в начальный пиксель.

Далее представлен псевдокод рассмотренного выше алгоритма выявления контура:

Входные данные: сетка пикселей с наличием связной компоненты.

Выходные данные: ряд граничных пикселей M – контур.

Начало

M = пустой список;

a = начальный пиксель;

добавить a в M ;

$b = a$;

d = ложь;

f = истина;

$c = 0$;

пока ($b \neq a$ или $f \neq$ истина)

d = ложь;

обновление $P1, P2, P3$;

пока ($d \neq$ ложь и $c < 3$)

если $P1$ – черный:

добавить $P1$ в M ;

$b = P1$;

переход вперед и влево;

d = истина;

иначе если $P2$ – черный:

добавить $P2$ в M ;

$b = P2$;

переход вперед;

d = истина;

иначе если $P3$ – черный:

добавить $P3$ в M ;

$b = P3$;

переход вправо, далее влево;

d = истина;

иначе:

поворот на 90 градусов по часовой стрелке;

обновление $P1, P2, P3$;

$c++$;

f = ложь

Конец

Финальным этапом в общем алгоритме выявления иерархических структур является очистка найденных контуров от мелких частиц (слишком малые контуры, лишние объекты и т. д.). Здесь использовалась фильтрация контуров по размеру их площади, т. к. контуры, которые необходимо было детектировать, имеют площадь достаточно высокую по сравнению с небольшим скоплением изолированных контуров.

Результаты

Представляем результаты применения методов предобработки изображений и алгоритма выявления иерархических структур на примере биомедицинских изображений.

На рис. 5 представлен результат выполнения алгоритма распознавания контуров.

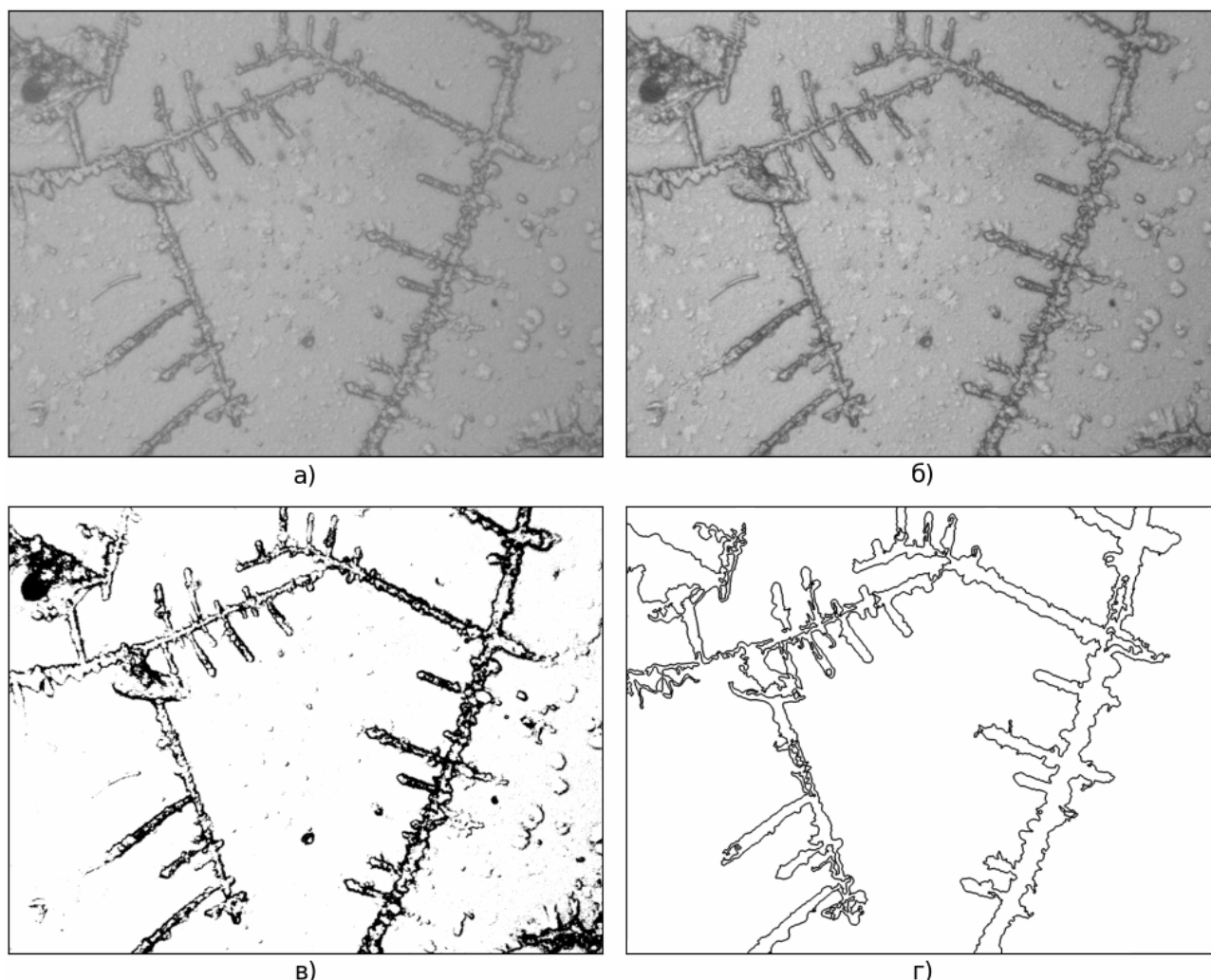


Рис. 5. Результат выполнения алгоритма распознавания контуров: а) исходное изображение; б) результат выполнения предобработки; в) результат применения пороговой фильтрации; г) результат распознавания контуров

Как видно из рис. 5, в, изображение теперь представимо в двоичном виде, где 1 – пиксель имеет черный цвет, а 0 – пиксель имеет белый цвет. Стоит отметить тот факт, для удаления шумов, которые представлены скоплением малых контуров, необходимо повысить пороговое значение, применить размытие по Гауссу, наилучшим образом усилить/ослабить характеристики изначального изображения. На рис. 5, г представлены распознанные контуры.

Выводы

1. Были рассмотрены основные методы и параметры для предобработки исходных цифровых изображений.

2. Реализован алгоритм выявления контуров иерархических структур на цифровых изображениях.

3. Представлены результаты распознавания контуров иерархической структуры на цифровых биомедицинских изображениях с использованием разработанного алгоритма.

Список литературы

1. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP / А. В. Бовырин, П. Н. Дружков, В. Л. Ерухимов [и др.]. – 3-е изд. – Москва : Интернет-университет информационных технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 515 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/79718.html> (дата обращения: 16.12.2019).

2. Changing the contrast and brightness of an image. – URL: https://docs.opencv.org/master/d3/dc1/tutorial_basic_linear_transform.html (дата обращения: 11.12.2019)

3. *Павлидис, Т.* Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. – Москва : Радио и связь, 1986. – 394 с.

О. Л. Симченко, кандидат экономических наук, старший преподаватель,
simchenko.ol@yandex.ru
И. А. Третьякова, студент, vvvvtryakova@gmail.com
Т. В. Боталов, студент, botalovtim@gmail.com
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка алгоритма повышения социальной эффективности инвестиционных проектов

Приведены некоторые подходы к определению понятия социальной эффективности, а также критерии ее оценки для инвестиционных проектов. Рассмотрены пути повышения социальной значимости проектов на примере станционного комплекса Московского метрополитена. Изучены и описаны основные направления его развития с ориентированностью на нужды населения, влияние строительства на благосостояние и уровень жизни людей, создание новых рабочих мест, а также сохранение городского облика.

Ключевые слова: инвестиционный проект; социальная эффективность; Московский метрополитен; строительство; уровень жизни населения.

Введение

Инвестирование является неотъемлемым процессом развития экономики государства, в значительной степени влияющее на уровень жизни населения, формирование приоритетных направлений деятельности в различных областях, а также определяет занятость населения. Одним из наиболее значимых критериев оценки эффективности инвестиционного проекта является положительный социальный эффект от его реализации.

Социальной эффективностью называются социально-экономические последствия реализации инвестиционных проектов, которые выражаются в создании новых или повышении эффективности существующих услуг, предоставляемых населению, в росте благосостояния населения, демографических показателях (миграция, рождаемость), а также в экономическом развитии территории [1].

Существуют различные трактовки определения социальной эффективности, и каждый автор вносит свое понимание в этот термин. Так, под социальным эффектом В. А. Зимин понимает «...повышение материального и культурного уровня жизни граждан, более полное удовлетворение их потребностей в услугах и товарах, улучшение условий и техники безопасности, снижение доли тяжелого ручного труда и др.» [2]. В свою очередь, эксперт в области управления эффективностью инвестиций в строительстве Р. Р. Темишев предлагает определять социальную эффективность инвестиционного проекта «...через результаты, которые отражают вклад проекта в улучшение социальной среды и, как следствие, в повышение качества жизни населения» [3].

Основные критерии оценки социальной эффективности инвестиционных проектов, представленные двумя группами приведены на рис. 1: 1 – в производственной сфере; 2 – в непроизводственной.

Похожие проекты могут нести в себе различную социальную значимость, поэтому проводимая политика повышения социальной эффективности варьируется от одного проекта к другому, и практически невозможно подобрать универсальные решения для такого значимого аспекта инвестирования. Несмотря на это ориентированность на улучшение качества жизни населения и его благосостояния – одно из приоритетных направлений любого инвестиционного проекта.

На данный момент в Москве остро стоит вопрос о развитии и модернизации сети метрополитена в связи с возросшей тенденцией на расширение города, которая обусловлена приездом все большего числа людей в поисках лучшей жизни. Действительно, качество жизни в столице высоко, однако жители окраин Москвы зачастую остаются вдалеке от преимуществ жизни в большом городе, таких как наличие общественных пространств в пешей доступности, возможность быстрого и удобного передвижения по городу, доступность транспортных развязок и близость остановок общественного транспорта.



Рис. 1. Показатели, характеризующие социальную эффективность инвестиционного проекта [4]

Повышение социальной эффективности на примере Московского метрополитена

Эксперты считают, что появление все большего количества автотранспорта негативно сказывается на численности пассажиров метрополитена, что ведет к снижению эффективности этого вида транспорта [5].

Соответственно, одним из приоритетных направлений развития любого станционного комплекса должен стать рост привлекательности метрополитена для жителей города путем повышения социальной эффективности «внеуличной городской пассажирской транспортной системы».

Сохранение облика города за счет застройки подземного пространства

Сооружения метрополитена расположены большей частью под землей, что не нарушает внешний облик и планировку города, обеспечивает сохранность существующей городской застройки, а также зданий и сооружений, представляющих историческую ценность. Цель подземного строительства, по мнению С. Д. Эскесен, президента международной ассоциации тоннелей и подземного пространства, заключается в «...увеличении площади открытых озелененных пространств на поверхности, формировании здоровой, удобной и эстетически привлекательной городской среды» [6]. Факт того, что строительство метрополитена не оказывает негативного влияния на внешний облик городов, является важным его преимуществом, что указывает на необходимость дальнейшего развития данного вида общественного транспорта.

Транспортно-пересадочные узлы – важнейшие узлы городской инфраструктуры

Наиболее перспективным и, как следствие, наиболее эффективным направлением развития Московского метрополитена является комплексное освоение подземного пространства, т. е. совмещение подземных объектов, станций с различными объектами инфраструктуры в единые транспортно-деловые центры и транспортно-пересадочные узлы (ТПУ).

Транспортно-пересадочные узлы – многоуровневые здания с парковками, залами ожидания, остановками общественного транспорта, позволяющие пассажирам беспрепятственно менять виды транспорта, в том числе и совершать переходы к станциям пригородного железнодорожного движения [7]. Они направлены на совмещение объектов социального (центры оказания госуслуг), хозяйственного (магазины), оздоровительного (спорткомплексы) и развлекательного (рестораны) характера в пределах станционного комплекса.

Строительство объектов, объединяющих в себе множество функций, несомненно, приведет к повышению социальной эффективности метрополитена.

Строительство и обслуживание станций – новые рабочие мест

Метрополитен – это технически трудно реализуемый проект, строительство которого требует больших человеческих усилий. По заявлению председателя совета директоров АО «Мосинжпроект» Александра Горностаева, около 25 тыс. человек участвует в создании станций и линий Московского метрополитена. Над обслуживанием систем метрополитена трудится порядка 56 тыс.

человек. Таким образом, значительным социальным эффектом от строительства Московского метрополитена является образование новых рабочих мест.

Влияние строительства метрополитена на уровень жизни населения

Стоит отметить, что наличие станций метрополитена в пешей доступности до места жительства существенно повышает спрос и стоимость недвижимости – минимум на 15–20 % [8]. Развитие сети метрополитена, помимо явного преимущества в виде экономии личного времени населения, ведет и к извлечению материальных выгод. Появление новых станций метро ведет к бурному развитию инфраструктуры. Появляются различные магазины, точки реализации товаров хозяйственного и продовольственного назначения, что приводит к повышению уровня жизни населения, проживающего поблизости.

Согласно проведенным социальным исследованиям, рост инвестиций в строительство объектов станционного комплекса оказывает наибольшее влияние на благосостояние бедных слоев. С улучшением инфраструктуры уровень доходов таких слоев повышается быстрее, чем растут общие доходы населения.

Выводы

Можно прийти к выводу, что под социальной эффективностью понимается повышение благосостояния граждан, улучшение социальной среды, создание новых или повышение эффективности существующих услуг, предоставляемых населению.

Среди современных направлений повышения социальной эффективности строительства станционного комплекса могут выступать: строительство подземных социальных сооружений параллельно со строительством станционных комплексов и преобладание культурно-просветительских ориентиров при выборе названия и оформления станционных комплексов. При этом основные социальные эффекты могут быть представлены созданием рабочих мест; повышением экологических условий; улучшением благосостояния граждан; развитием инфраструктуры районов; образованием благоприятного внешнего облика города [4].

Список литературы

1. *Сабиров, С. И.* Оценка социальной эффективности инвестиционных проектов / С. И. Сабиров, М. М. Кораблев, Ф. С. Абдулганиев // Оценка инвестиционных проектов муниципальных предприятий. – 2011. – № 1. – С. 11.
2. *Зимин, В. А.* Социальные результаты инвестиционных проектов // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2013. – № 12. – С. 86–90.
3. *Криворотов, В. В.* Исследование устойчиво-безопасного социально-экономического развития территорий / В. В. Криворотов, А. В. Калина // Организатор производства. – 2010. – № 1 (44). – С. 86–94.
4. *Малинина, С. Е.* Категория инновационно-инвестиционных проектов в оценке эффективности // Actualscience. – 2016. – № 2. – С. 252.
5. *Гарбер, В. А.* Интересная статистика по транспортным тоннелям и метрополитенам // Метро и тоннели. – 2015. – № 1. – С. 33.

6. *Эскесен, С. Д.* Подземная инфраструктура на службе человечества // Метро и тоннели. – 2015. – № 2. – С. 18.

7. *Алпатов, С. Н.* Развитие метрополитена открывает перспективы комплексного освоения подземного пространства // Метро и тоннели. – 2014. – № 4. – С. 16–17.

8. *Цветкова, Е. А.* Статистический анализ работы московского метрополитена (динамика общих экономических показателей) // Российское предпринимательство. – 2014. – № 24. – С. 218.

О. Л. Симченко, кандидат экономических наук, старший преподаватель,
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Е. Л. Чазов, аспирант, ПАО «НК «Роснефть»
М. Е. Комарова, бакалавр, mash.komarowa2012@yandex.ru,
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
С. Д. Поздеев, бакалавр, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка методики формирования лотов при планировании закупок промышленных предприятий

В настоящее время большое значение играет деятельность, связанная с планированием и закупками, совершаемыми предприятиями. В законодательстве Российской Федерации установлен порядок размещения государственного заказа, однако не описан процесс лотирования. В данной статье приведена методика формирования лотов. Представлена таблица выбора способа закупки в зависимости от характеристики рынка. Проведена апробация методики на примере ПАО «НК «Роснефть».

Ключевые слова: лотирование; закупочный процесс; промышленное предприятие; методика; лот/подлот.

Введение

Вопросы обеспечения конкуренции среди предприятий в современных условиях функционирования и законодательного регулирования закупочной деятельности являются достаточно актуальными. Закупочный процесс сопряжен с большим количеством рисков и поэтому изучается во многих научных сферах. Процесс закупок тесно связан с таким понятием, как «лотирование». Лотирование – это процесс объединения продукции, необходимой заказчику, в лоты/подлоты (в том числе консолидированные и делимые), которые в дальнейшем могут быть размещены на рынке в рамках одной закупочной процедуры (в том числе консолидированной и многолотовой).

В Федеральном законе от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» установлен порядок размещения государственного (муниципального) заказа, и в то же время практически не регламентирован процесс оптимизации консолидации и объема товаров, работ и услуг, входящих в лот/подлот. Появляется проблема формирования лотов, что может привести к нарушению контрактной системы.

На основе анализа научной литературы выявлено, что формирование лотов связано с такой проблемой, как баланс между делением и укрупнением лотов/подлотов. Важно определить направленность закупок промышленных предприятий и грамотно осуществлять процедуру планирования¹ [1, 2].

© Симченко О. Л., Чазов Е. Л., Комарова М. Е., Поздеев С. Д., 2021

¹ Ячин Д. О. Эффективное формирование лотов при проведении закупочных процедур в условиях экономической нестабильности // Вестник Казанского государственного энергетического университета.

Необходимо разработать и закрепить единую методологию формирования лотов, чтобы минимизировать количество рисков, с которым сопряжен закупочный процесс.

Методика формирования лотов при планировании закупок промышленных предприятий

На этапах планирования и подготовки к процедуре закупки принимают решения об объединении потребности в лоты, подлоты (при необходимости) и соединение лотов в закупки.

Для корректного выполнения лотирования потребности в продукции рекомендуется выполнить несколько шагов.

Шаг 1. Свод потребности в единый файл

1.1. Свести однородную потребность в единый файл, исключив из него потребность, удовлетворяемую в рамках условий, предусмотренных в действующих договорах.

1.2. Определить способ закупки потребности с учетом уровня конкуренции на рынке по таблице.

Выбор способа закупки

Способ закупки	Характеристика рынка		
	конкурентный рынок	олигополия	монополия
Один из конкурентных способов закупки, предусмотренных в положении компании «О закупке товаров, работ, услуг»	Рекомендуется	Рекомендуется	—
Закупка у единственного поставщика	Не рекомендуется, но допускается при закупке критичной потребности для крупных проектов, требуемый срок проведения процедуры закупки по которой менее 90 рабочих дней с даты предоставления потребности, при условии предоставления обоснования по установленной форме, а также в случаях, предусмотренных положением компании	Не рекомендуется, но допускается при закупке критичной потребности для крупных проектов, требуемый срок проведения процедуры закупки по которой менее 90 рабочих дней с даты предоставления потребности, при условии предоставления обоснования по установленной форме, а также в случаях, предусмотренных положением компании	Допускается при наличии обоснования

Способ закупки	Характеристика рынка		
	конкурентный рынок	олигополия	монополия
Безальтернативная закупка	Не рекомендуется	Не рекомендуется	Рекомендуется в соответствии с основаниями, установленными в положении компании при наличии обоснования по установленной форме
Внутригрупповая закупка	Рекомендуется в соответствии с нормами положения компании, если общество группы является одним из потенциальных поставщиков на рынке и способно удовлетворить потребность заказчика по обоснованной цене, соответствующей локальным нормативным документам ПАО «НК «Роснефть» в области ценообразования		
Мелкая закупка	Рекомендуется, если плановая стоимость договора не превышает установленных в положении компании значений		

Шаг 2. Деление потребности с учетом критичности

2.1. Разделить потребность на критичную и некритичную.

2.2. Разделить некритичную потребность на лоты по типу потребности (потребность под операционную/инвестиционную деятельность, потребность под крупные проекты).

Шаг 3. Определение пула потенциальных поставщиков

3.1. Определить для лота/потребности пул потенциальных поставщиков, в том числе из числа субъектов МСП, способных удовлетворить потребность (по группам позиций/ по отдельным позициям).

3.2. Определить масштаб рынка преобладающих потенциальных поставщиков: региональный или федеральный/международный.

3.3. При отсутствии необходимой для проведения лотирования накопленной информации о рынке потенциальных поставщиков (в том числе отсутствии закупочной стратегии по группе товаров, работ, услуг) необходимо провести экспресс-анализ рынка потенциальных поставщиков на основе исторических данных о проведении закупок аналогичной продукции в рамках компании, а также данных из открытых источников.

Шаг 4. Деление на лоты с учетом особенностей рынка потенциальных поставщиков

4.1. Для лотирования потребности, характеризующейся региональным рынком потенциальных поставщиков, необходимо:

4.1.1. Разделить потребность на лоты по базисам поставки МТР/месту выполнения работ и услуг.

4.1.2. Провести анализ загрузки производственных мощностей региональных потенциальных поставщиков, при необходимости дополнительно разделить потребность на лоты, руководствуясь следующим принципом: объем каждого из лотов не должен превышать минимальные/средние свободные мощности потенциальных поставщиков.

4.2. Для лотирования потребности, характеризующейся международным/федеральным рынком потенциальных поставщиков, необходимо:

4.2.1. Провести анализ загрузки производственных мощностей международных/федеральных потенциальных поставщиков, разделить потребность на лоты, руководствуясь следующим принципом: объем каждого из лотов не должен превышать минимальные/средние свободные мощности потенциальных поставщиков.

4.2.2. Дополнительно разделить потребность с учетом количества потенциальных поставщиков на рынке, руководствуясь следующим принципом: количество лотов не должно превышать количества потенциальных поставщиков с целью обеспечения конкуренции на рынке (применимо для неделимых лотов).

4.3. Вне зависимости от характеристики масштаба рынка потенциальных поставщиков необходимо разделить потребность.

Шаг 5. Финализация лота/состава лотов в рамках закупки

5.1. Оценить целесообразность дальнейшего обоснованного деления лота с учетом следующих специфических критериев:

- наличие особых требований законодательства Российской Федерации в области закупочной деятельности в части закупок, сведения о которых не подлежат размещению в единой информационной системе;
- наличие позиций в составе лота, подлежащих закупке у субъектов МСП;
- наличие позиций в составе лота, по которым существуют значительные риски завышения цены и/или срыва поставок из-за колебаний цен;
- наличие позиций в составе лота, по которым существуют высокие риски срыва закупочной процедуры вследствие ограничений по срокам изготовления МТР поставщиками/мобилизации ресурсов;
- наличие позиций в составе лота, по которым существуют высокие риски срыва и(или) отказа от проведения закупочной процедуры;
- наличие позиций в составе лота, по которым существуют ограничения по доставке: сезонные ограничения, труднодоступность регионов и т. д.;
- влияние сформированных лотов/подлотов на уровень издержек по заключению договоров и требуемым ресурсам на контроль исполнения обязательств по заключенным договорам.

5.2. Объединить лоты в закупки (в случае многолотовых закупок).

5.3. Присвоить признак «делимый лот».

5.4. Принять решение о том, какие расценки должны быть запрошены у поставщика в рамках закупки на весь объем лота, на отдельную позицию, на отдельные подлоты, на комбинацию вышеуказанных вариантов.

Результаты лотирования целесообразно отражать в реестре плана закупок ПАО «НК «Роснефть» [3].

Подход к лотированию отдельных категорий товаров, работ, услуг может определяться в отдельных рабочих документах ПАО «НК «Роснефть», в том числе в составе закупочных стратегий, с учетом требований законодательства Российской Федерации в области закупочной деятельности.

Выводы

В статье рассмотрена методика формирования лотов при планировании закупок промышленных предприятий. Представленная методика успешно прошла апробацию в публичном акционерном обществе «НК «Роснефть». Практическая апробация предложенной методики продемонстрировала возможность ее практического применения и принятия руководством обоснованных управленческих решений при ведении закупочной деятельности с целью обеспечения эффективного функционирования предприятия.

Список литературы

1. Управление организацией : учебник / под ред. А. Г. Поршнева, З. П. Румянцевой, Н. А. Саломатина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2003. – 716 с.
2. Коммерческая деятельность производственных предприятий (фирм) : учебник / под ред. О. А. Новикова, В. В. Щербакова. – Санкт Петербург : Издательство СПбГУЭФ, 1999. – 416 с.
3. Устав и внутренние документы // Роснефть : официальный сайт. – URL: <https://www.rosneft.ru/Investors/corpgov/> (дата обращения: 25.11.2020).

С. И. Сиротина, студент, sofya_sirotna@mail.ru
З. Р. Муфтахутдинова, старший преподаватель
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Анализ энергосберегающих мероприятий для многоэтажного жилого здания

Рассматривается ряд возможных энергосберегающих мероприятий, которые обеспечивают экономию энергии и ресурсов применительно к строительству и жилищно-коммунальному хозяйству в целом. Все мероприятия по энергосбережению ведут к повышению качества жизни потребителей. Рассматривается использование индивидуального теплового пункта (далее ИТП), как одно из самых эффективных энергосберегающих мероприятий в области теплоснабжения.

Ключевые слова: энергоэффективность; энергосберегающие мероприятия; индивидуальный тепловой пункт; энергосбережение; энергопотребление здания; экономия.

В наше время вопрос использования энергоресурсов является очень актуальным. Большинство используемых ресурсов в энергетике являются невозобновляемыми. Для решения данной проблемы необходимо сокращать затраты энергоресурсов путем разработки мероприятий по энергоэффективности. В России тема энергосбережения является важной, вследствие этого с 23.11.2009 г. действует закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» и был выпущен нормативный документ СП50.13330.2012* «Тепловая защита зданий» о повышении класса энергосбережения зданий. Благодаря энергосберегающим мероприятиям можно сэкономить не только энергоресурсы, но и уменьшить расходы потребителей и управляющих компаний на их оплату, что позволяет экономить бюджет и повышать уровень жизни людей.

Целью данной работы является рассмотреть возможные варианты сокращения затрат энергоресурсов для многоэтажного многоквартирного жилого здания и проанализировать наиболее эффективные и часто используемые мероприятия по энергосбережению.

Для энергосбережения и повышения эффективности использования энергетических ресурсов чаще всего при строительстве и реконструкции жилых зданий реализуют комплекс мероприятий. Основные рассмотрены ниже.

В последнее время начали чаще устанавливать в помещениях многоквартирного дома индивидуальные приборы учета горячего водоснабжения и отопления для контроля объемов потребления. Благодаря этому потребитель оплачивает коммунальные услуги не по нормативам, а только по количеству энергии, затраченной им. Для экономии тепловой энергии в системе отопления

и для повышения температурного комфорта в помещениях осуществляют установку терморегулирующих клапанов (терморегуляторов) на отопительных приборах (термостатические радиаторные вентили).

Для экономии электроэнергии производят замену ртутных и электрических ламп на лестничных площадках, в коридорах и лифтовых холлах на светодиодные лампы и светильники. Это способствует повышению качества освещения и исключению мерцания таких ламп. Помимо этого, монтируют устройства для дистанционного управления освещением помещений в местах общего пользования, включения (выключения) освещения, реагирующего на шум, шорох, шевеление, перемещение (датчики света и датчики, реагирующие на движения) для упрощения регулирования светом и для умеренного использования электрической энергии.

Проводят мероприятия по утеплению и изоляции дверных блоков на входе в подъезды и оснащению автоматическим закрыванием дверей (двери с повышенным сопротивлением теплопередачи, доводчики для автоматического закрывания дверей, материал для утепления – пенополиуретан) для устранения теплопотерь через входные двери в подъезд.

Во избежание сквозняков и продувания, подтеков и обледенения, для продления периода службы конструкции стен выполняется заделывание межпанельных и компенсационных швов (теплоизоляционные уплотнители, мастика, пропитка, герметик и др.). Значительно снизить теплопотери здания возможно при использовании современных пластиковых окон, а также за счет применения качественного утеплителя для стен [3].

Устройство ИТП решает сразу несколько задач эффективного регулирования теплоснабжения в домах с помощью установки экономичных теплообменников на отопление и ГВС, аппаратуры с автоматическим регулированием данных систем (расходомеры, контроллеры, насосы с частотным регулированием и регулирующие клапаны), определяемых с помощью первичных преобразователей (преобразователи давления и температуры в системах отопления и ГВС, а также датчика температуры наружного воздуха). Благодаря этому обеспечивается более высокое качество и нормируемая температура подаваемой воды к потребителю, увеличивается срок службы трубопроводов и оборудования, более рационально используется тепловая энергия, экономятся в целом затраты энергоресурсов, используемых на нагрев воды [1]. При использовании автоматизированных ИТП применяются различные алгоритмы регулирования потребления энергоресурсов для жилых и административных зданий, что тоже позволяет экономить. Автоматика передает сигналы оборудованию в зависимости от температуры в помещении. Рассмотрим следующие обстоятельства: в помещении явно повысились бытовые тепловыделения от оборудования, из-за чего становится жарко, разница между температурами нагревательных приборов и окружающего воздуха снизилась, что привело к увеличению температуры теплоносителя в обратном трубопроводе. Благодаря автоматизированному ИТП контроллер отправляет сигнал на привод регулирующего клапана, отвечающего за систему отопления, далее клапан прикрывается

и уменьшает расход греющей воды. Можно сделать вывод, что использование системы теплоснабжения с ИТП является более выгодным для потребителей по сравнению с использованием ЦТП, т. к. позволяет снизить теплопотери при передаче теплоносителя, приходящиеся на квартальные сети, тем самым обеспечивает дополнительную экономию тепла и денежных затрат. За счет ликвидации квартальных подающих и циркуляционных трубопроводов горячего водоснабжения и, соответственно, исключения эксплуатационных затрат на содержание сетей ГВС и оборудования ЦТП, происходит существенное сокращение объемов земляных работ, связанных с ремонтом трубопроводных сетей. В то время как центральный тепловой пункт обслуживает несколько зданий (от трех до десяти), ИТП чаще всего обслуживает одно здание, что непосредственно увеличивает надежность системы в целом. Надежность – это такое свойство системы теплоснабжения, которое позволяет выполнять заданные функции (в данном случае – обеспечение потребителей теплом и горячей водой) с требуемым уровнем качества, чтобы избежать ситуаций, опасных для людей и окружающей среды. Другими словами, надежная система – это система, в которой отказы отсутствуют или сведены к минимуму.

Если произойдет сбой или поломка оборудования, которое включено в состав центрального теплового пункта, то все дома, подключенные к данному ЦТП, лишаются главных систем жизнеобеспечения до полной ликвидации аварии. Если речь идет о зимнем периоде года в районах с низкой наружной температурой, то ситуация может быть крайне критичной и достаточно опасной. Использование ИТП существенно решает проблему: при отказе оборудования ИТП может пострадать только одно здание или один объект. Именно поэтому применение ИТП вместо ЦТП позволяет нам повысить надежность системы теплоснабжения и ГВС.

Также применение ИТП способствует уменьшению возможности возникновения «недотопов» и «перетопов». Избавляемся от проблемы вынужденных «перетопов» в межсезонные и переходные периоды. Дело заключается в том, что даже если центральный тепловой пункт снабжен системой погодного регулирования, это не обеспечивает необходимого регулирования расхода тепловой энергии. Жители наиболее удаленного от ЦТП дома страдают от недостатка тепла. Чтобы устранить данный недостаток, необходимо увеличить расход тепловой энергии на все здания в сети. Но теперь страдать начинают потребители, дома которых расположены вблизи ЦТП, только сейчас уже от слишком высоких температур. В итоге мы получаем перерасход тепловой энергии, при этом не можем полностью гарантировать комфортные условия для всех жителей района. «Перетопы» возникают и при существенной разнице дневных и ночных температур. Если система отопления здания подключена к ЦТП, система не дает возможности быстрой регулировки температуры теплоносителя. В итоге получается, что ночью нам холодно, а днем жарко, при этом тепла расходуется больше, чем это необходимо. Регулирование температуры отопления непосредственно в ИТП здания способствует компенсации этих потерь. Благодаря всему этому происходит повышение качества предоставляемых жилищно-коммуналь-

ных услуг качества жизни людей в целом: регулировка температуры осуществляется непосредственно на конкретном объекте в зависимости от текущих условий (в том числе, решаются проблемы, связанные с «перетопами»).

В качестве примера рассмотрим переход от групповых тепловых пунктов к индивидуальным, расположенным непосредственно в самом отапливаемом здании при квартальной застройке в городе Ижевск. В настоящее время в Ижевске, в связи с ростом стоимости энергоносителей, также актуальна тема перехода от ЦТП к ИТП. Причем переход на систему теплоснабжения с ИТП целесообразен не только в новом строительстве, но и в уже существующих районах города, где требуется реконструкция оборудования ЦТП и внутриквартальных сетей, но только там, где это технически возможно (например, было достаточно места для размещения ИТП).

В Ижевске в 2017 году внедрили проект перехода от центрального к индивидуальному тепловому пункту ПАО «Т Плюс», в лице «УКС», в том числе на себя взяли все затраты, которые связаны с установкой ИТП, подключением его к сетям электроснабжения и водоснабжения, прокладкой сетей от точки подключения до ИТП. В качестве опытной площадки был выбран ЦТП на ул. 7-я Подлесная. К нему подключено 4 потребителя: два жилых многоквартирных дома, корпус Ижевского технического университета и магазин (рис. 1).

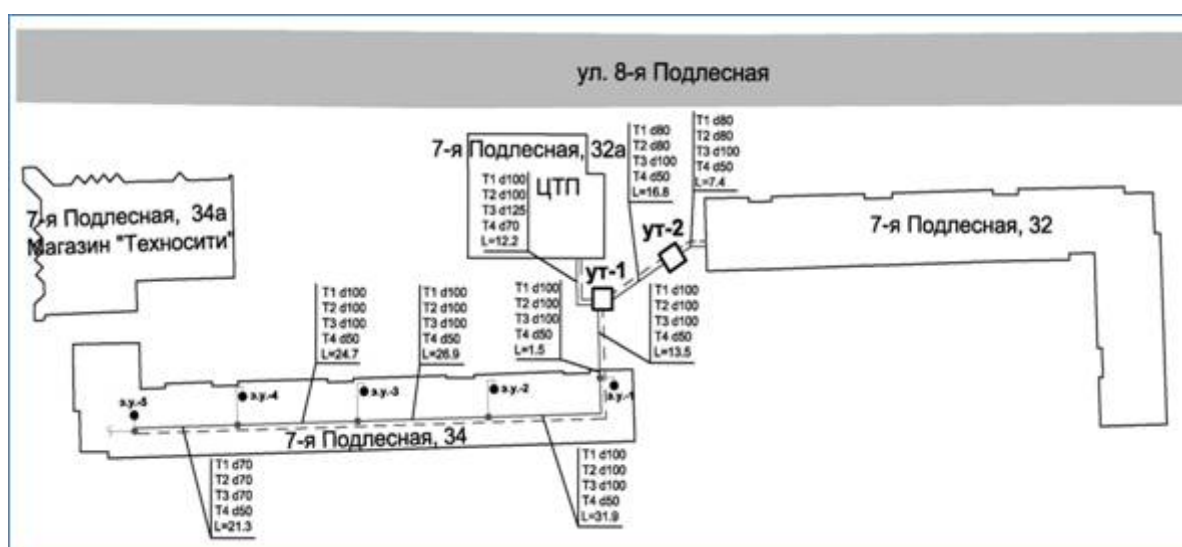


Рис. 1. Схема теплоснабжения зданий опытной площадки от ЦТП

Для возможности замены элеваторных узлов на ИТП в МКД необходимо было получить согласие собственников помещений МКД (путём проведения общих собраний). Проблемой стало убедить собственников жилья разрешить установить для них новый тепловой узел. При обращении за получением технических условий от смежных ресурсоснабжающих организаций (водоканал, электросеть), необходимо было предоставить правоустанавливающие документы на подключаемые объекты. Поэтому для получения технических условий ООО «УКС» заключило договоры аренды помещений в подвале под монтаж ИТП сроком на год. Доступ в помещения для их обслуживания на сегодняшний

момент обеспечивает ТСЖ/Управляющая компания, никаких сложностей при этом не возникает.

В результате в каждом здании был установлен ИТП с независимым контуром отопления и контуром приготовления горячей воды (рис. 2).



Рис. 2. ИТП, установленный в подвале жилого дома № 34 по ул. 7-я Подлесная

Таким образом, на сегодняшний день ИТП входит в зону эксплуатационной ответственности ООО «УКС» и является его собственностью при условии последующей передачи ИТП собственникам помещений [2].

Проведенный анализ показывает, что необходимо продемонстрировать потребителям возможность перехода на ИТП на конкретном примере, оптимизацию расходов компании путем отказа от ЦТП и квартальных сетей горячего водоснабжения, а также провести мониторинг экономического эффекта и качества услуг для потребителей.

Стоимость установленных ИТП, а также затраты на переключку/увеличение пропускной способности сетей в связи с изменением схемы подключения потребителей представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1. Основные статьи затрат при реализации пилотного проекта по установке ИТП, тыс. руб.

Объект	Выполненные работы			ИТОГО
	Строительно-монтажные (СМР)	Проектно-изыскательные (ПИР)	Автоматизация и управление (АУП)	
МКД, ул. 7-я Подлесная, 34	4257,7	186,5	58,2	4502,4
МКД, ул. 7-я Подлесная, 32	4233,5	186,5	58,2	4478,2
Магазин	924,7	186,5	58,2	1169,4
ИжГТУ	737,5	186,5	58,2	982,2
Наружные сети	2865,1	186,5	58,2	3109,7
Всего	13018,4	932,5	291,0	14241,9

Рассмотрим вариант по установке ИТП за счет средств капремонта в одном из МКД из пилотного проекта. При стоимости ИТП 4,5 млн руб. (согласно табл. 1) ИТП окупится чуть больше, чем за 4 года (табл. 2) [2].

Таблица 2. Пример расхода средств на установку ИТП в жилом доме (ул. 7-я Подлесная, 34; жилая площадь – 11828,7 м²)

Параметр	руб./м ²	руб./мес.	руб./год
Взносы за кап. ремонт	7,3	86 349,51	1 036 194,0
Тариф на обслуживание ИТП*	2,4	28 388,88	340 666,0
ИТОГО	9,7	114 738,39	1 376 680,0

Обслуживание и эксплуатация ИТП в Ижевске осуществляется собственными силами структурного подразделения ПАО «Т Плюс» (собственно ООО «УКС»).

Что касается экономических эффектов, то основная часть – это отказ от ежегодных расходов на содержание ЦТП, включая затраты на собственные нужды ЦТП (электроснабжение, канализация, вода), эксплуатация оборудования ЦТП, текущие ремонты и само здание. Кроме того, эффекты были получены за счёт уменьшения количества тепловых потерь на сетях горячего водоснабжения, включая утечки через повреждения и затраты на устранение этих повреждений.

Проанализировав вышеперечисленные мероприятия по энергоэффективности, можно сделать вывод, что эти способы повышения энергосбережения зданий являются одними из самых эффективных. Существует много возможных способов энергосбережения в каждом здании и в каждой квартире. Энергосберегающие мероприятия на самом деле позволяют экономить энергетические ресурсы и энергию, что ведет к повышению уровня жизни потребителей. Одним из важных мероприятий является использование ИТП при каждом новом строительстве и реконструкции существующей застройки отказом от ЦТП в пользу использования ИТП. Расчеты показывают, что переход на ИТП достаточно эффективен и с экономической точки зрения. Низкие сроки окупаемости позволяют отнести этот способ экономии энергии к малозатратным и быстроокупаемым. На сегодняшний день в Ижевске идет активная квартальная застройка с использованием ИТП.

Список литературы

1. Патрин, Н. А. Анализ эффективности использования индивидуальных тепловых пунктов с автоматизацией // Международный научный журнал «Молодой ученый». – 2018. – № 24 (210). – С. 71–73.
2. Кулемина, Э. Ф. Перевод потребителей г. Ижевска на индивидуальные тепловые пункты. – URL: <https://www.rosteplo.ru/> (дата обращения: 26.11.2020).
3. Корепанов, Е. В. Математическое моделирование теплопередачи через наружные стены зданий с окнами : монография. – Ижевск, 2011.

Е. С. Слащев, кандидат технических наук, доцент, info@armdl.ru
В. О. Яковлев, студент, yakovlevvladimir_pochta@mail.ru
Д. А. Девятков, студент, divatov_daniil1999@mail.ru
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Прогноз рынка промышленной продукции по товарной номенклатуре внешней экономической деятельности

В статье раскрывается методика прогноза рынка промышленной продукции по товарной номенклатуре внешней экономической деятельности на примере импорта «аппаратура для измерения жидкостей: электронные расходомеры» ТНВЭД: 9026102100. Корректный прогноз рынка позволит предприятию снизить затраты на подготовку производства, определить календарный план выпуска изделий, оценить возможные риски и потери в случае негативного и благоприятного сценария развития рынка по данной продукции.

Ключевые слова: прогноз рынка, импорт, экспорт, процент риска, коэффициент риска, интенсивность.

Методика прогноза построена на теории ограничения систем, за основу взяты динамические временные цепи, по которым искомый период вычисляется с учетом предыдущего, интенсивности распределения случайной величины, предельных значений допуска на прогнозируемый период. Анализ строится на оценке промышленной продукции, указанной в статье «Оценка рынка промышленной продукции по товарной номенклатуре внешне экономической деятельности». У системы существует множество ограничений. В независимости от того, внутренние это ограничения или же внешние, основным влияющим фактором будет самое слабое звено. Все процессы или звенья системы имеют свою определенную пропускную способность, ну а вся система будет работать со скоростью самого слабого звена. Воздействие на все проблемы, затрудняющие рациональную работу системы, не даст результат, эффект которого будет велик, а может и вовсе не принести пользы, другими словами, произойдет распыление мощностей впустую. Поэтому стоит приложить усилия к устранению проблем или контролю небольшого количества аспектов, где эти проблемы возникают, а именно, контролю слабого звена, результат возымеет более сильный эффект [1].

Прогноз потребления «аппаратура для измерения жидкостей: электронные, расходомеры» оценивается по данным статистики товарной номенклатуры 9026102100 и экспертным путем анализа синтаксиса сети Интернет (поисковые системы ГУГЛ, Яндекс и др.).

При статистической обработке группы результатов внешнеэкономической деятельности по товарной номенклатуре 9026102100 выполняют следующие операции:

1 – вычисляется оценка средних значений стоимости за 1 тонну продукции по периоду и по месяцу, формируется сводная таблица;

2 – исключаются известные систематические погрешности из результатов (при наличии);

3 – вычисляется среднее квадратичное отклонение результатов средних значений;

4 – проверяется гипотеза о принадлежности результатов статистики к нормальным видам распределений;

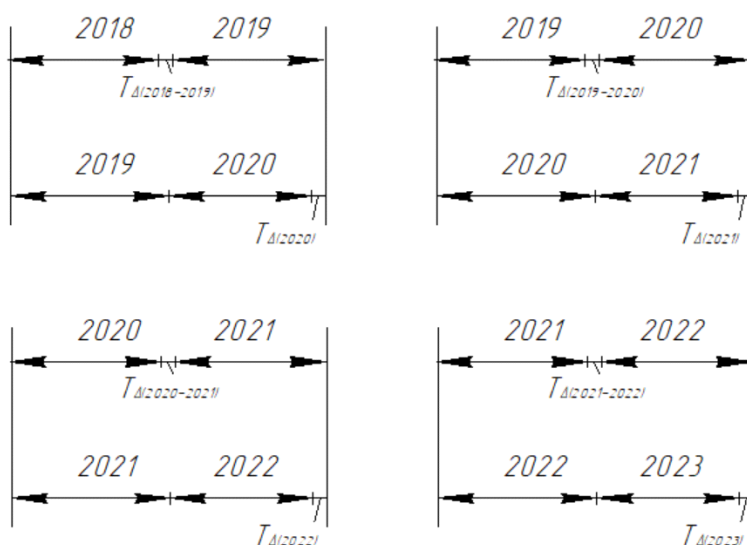
5 – определяются поправочные коэффициенты для вида распределения на годы прогнозирования (при необходимости, в случае непринадлежности к нормальному закону распределения);

6 – определяется средняя величину ожидания на каждый код трех летнего периода с учетом допуска и процента риска, полученного за предыдущие аналогичные периоды;

7 – делается вывод относительно доли рынка рассматриваемой страны.

При анализе существует проблема объективной оценки рынка промышленной продукции, поэтому рассмотрим работу методики на конкретном примере прогноза импорта в 2020 году. Проведем оценку на период ближайших трех лет.

Дана стоимость за период по каждому кварталу на протяжении трех лет начиная с 2017 года.



Вычисляем объем импорта за 2018 и 2019 год по заданным данным.

Определяем процент риска по статистике за 2018, 2019 год по формуле

$$P = \left| \frac{C_{2019} - C_{2018}}{C_{2019}} \right| * 100 \%, \quad (1)$$

где C_{2018} – сумма импорта за 2018 год, $C_{2018} = 37\,300$ тыс. долл. США, C_{2019} – сумма импорта за 2019 год, $C_{2019} = 43\,100$ тыс. долл. США.

Процент риска составил $P = 13,457 \%$.

Находим коэффициент риска $t\Delta$ из таблиц значений функций Лапласа $\Phi(t)$, где $\Phi(t)$ вычисляется по формуле

$$P = 100 \cdot (1 - 2 \cdot \Phi(t)) \%. \quad (2)$$

Отсюда $\Phi(t) = (100 - P) / 200 = (100 - 13,457) / 200 = 0,432$.

По таблице Лапласа $t\Delta = 1,49$.

Риск $P, \%$	32	23	16	9	4,6	2,1	0,94	0,51	0,27	0,1
Коэффициент t_{Δ}	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	2,8	3	3,3

Рис. 1. Таблица Лапласа

Интенсивность распределения вычисляется по формуле

$$\lambda = \frac{2 \cdot S}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (3)$$

где $X_{\max} = 4500$ тыс. долл. США и $X_{\min} = 2000$ тыс. долл. США находится по таблице Лапласа (с учетом исключенной погрешности по критерию Грабса)

$$\lambda = 0,554.$$

Вероятностный способ расчета динамической временной цепи состоит из среднеарифметического значения полученной от средней величины стоимости станков за 2018 и 2019 год (номинальное значение) и величины допуска см. формулу

$$T\Delta_{2020} = t\Delta \cdot \sqrt{\lambda^2 \left[(T_{2018})^2 + (T_{2019})^2 \right]}, \quad (4)$$

где $T_{2019} = 3200$ тыс. долл. США, $T_{2018} = 2500$ тыс. долл. США – допуски за 2018, 2019 годы, равные разности максимального и минимального значения.

Допуск $T\Delta_{2020} = 3350$ тыс. долл. США.

Максимальная величина экспорта в 2020 году 23 450 тыс. долл. США. Минимальный показатель экспорта в 2020 году составит 16 750 тыс. долл. США. Средняя величина экспорта за 2020 год составляет 20 100 тыс. долл. США.

Аналогично периоду 2020 года находится вероятность и допуск на 2021, 2022, 2023 год по формуле 5:

$$\begin{aligned} T\Delta_{2021} &:= t\Delta_1 \cdot \sqrt{\lambda^2 \cdot \left[(T_{2019})^2 + (T\Delta_{2020})^2 \right]}, \\ T\Delta_{2022} &:= t\Delta_2 \cdot \sqrt{\lambda^2 \cdot \left[(T\Delta_{2020})^2 + (T\Delta_{2021})^2 \right]}, \\ T\Delta_{2023} &:= t\Delta_3 \cdot \sqrt{\lambda^2 \cdot \left[(T\Delta_{2021})^2 + (T\Delta_{2022})^2 \right]}. \end{aligned} \quad (5)$$

Коэффициенты $t\Delta 1$, $t\Delta 2$, $t\Delta 3$, находятся из таблицы Лапласа (см. формулу (2)) по процентам риска (6):

$$\begin{aligned} P1 &= \left| \frac{C2020 - C2019}{C2020} \right| \cdot 100 \%, \\ P2 &= \left| \frac{C2021 - C2020}{C2021} \right| \cdot 100 \%, \\ P3 &= \left| \frac{C2022 - C2021}{C2022} \right| \cdot 100 \%. \end{aligned} \quad (6)$$

Среднее значение стоимости по годам тыс. долл. США:

$$C2021=41\,650.$$

$$C2022=40\,930.$$

$$C2023=41\,290.$$

Процент риска за 2021, 2022, 2023:

$$P1=7,214\%, \quad t\Delta 1=1,79,$$

$$P2=3,481\%, \quad t\Delta 2=2,10,$$

$$P3=1,759\%, \quad t\Delta 3=2,38.$$

Подставляя значения в формулу (6),

$$T\Delta 2021=4591 \text{ тыс. долл. США}, \quad T\Delta 2022=6609 \text{ тыс. долл. США},$$

$$T\Delta 2023=10\,600 \text{ тыс. долл. США}.$$

Значения импорта в 2021 году будут ограничены следующим диапазоном: max – 25 416 тыс. долл. США, min – 16 234 тыс. долл. США.

Значения экспорта в 2022 году будут ограничены следующим диапазоном: max – 27 074 тыс. долл. США, min – 13 856 тыс. долл. США.

Значений экспорта в 2023 году будет ограничено следующим диапазоном: max – 31 245 тыс. долл. США, min – 10 045 тыс. долл. США.

На рисунке представлена гистограмма распределения максимальных, средних, минимальных значений экспорта в 2021, 2022 и 2023 году, рассчитанных способом равных допусков.

По окончании расчетов методика дала конкретный результат – приближенный прогноз рынка на три года вперед. Цена рассчитанного товара будет колебаться в полученном диапазоне от минимального значения к максимальному. Однако методика не может дать объективное решение по вопросу на срок гораздо больший, чем три года. С увеличением дальности расчет по временной линии границы рамок будет все больше расплываться. Это приведет к потере ориентира для компании, занимающейся экономической деятельностью.

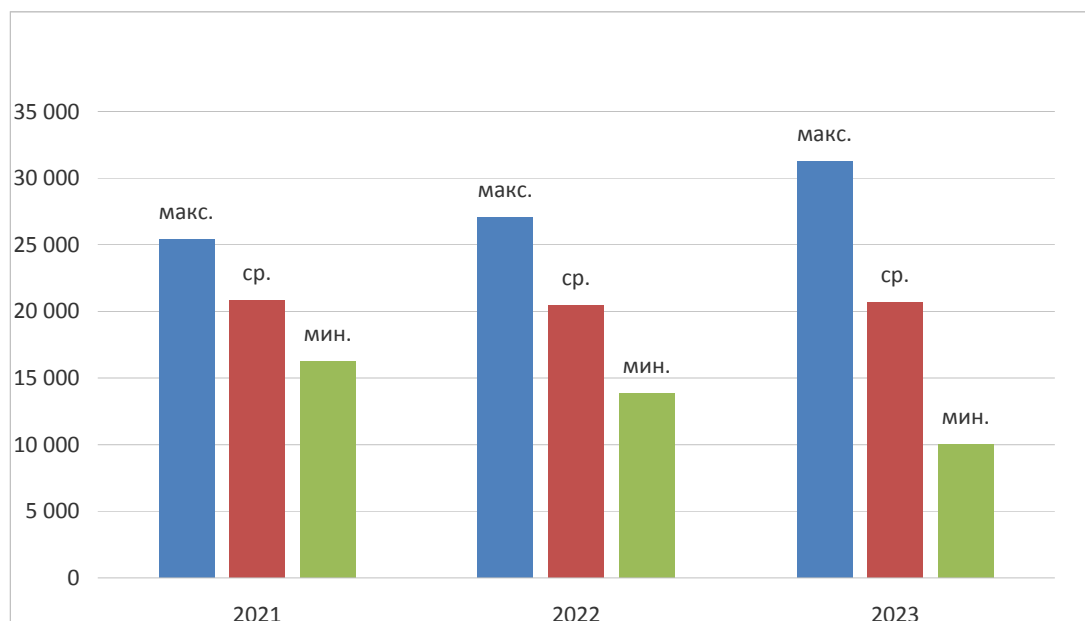


Рис. 2. Прогноз импорта товара на 2021,2022, 2023 год

Список литературы

1. Элияху М. Голдрат, Джефф Кокс. Цель: Процесс непрерывного совершенствования. – URL: <https://massolit.top/book/tsele-protsess-nepnerivnogo-sovershenstvovaniya/reading>.

П. А. Спехов, магистрант, Pavel.Spekhov@tplusgroup.ru
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, ООО «Удмуртские коммунальные системы»
С. В. Вологдин, доктор технических наук, доцент
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Эффективное управление ресурсами теплоснабжающего предприятия ООО «Удмуртские коммунальные системы» за счет внедрения корпоративной информационной системы SAP ERP

В статье изложены преимущества от внедрения информационных систем в крупных теплоснабжающих компаниях. Представлен пример работы одного из бизнес-процессов, который отражает эффективное взаимодействие информационной системы с хозяйственной деятельностью подразделений крупной компании, которые занимаются обслуживанием и ремонтом основанного энергетического оборудования. Данная статья предназначена для студентов технических учебных заведений, инженеров и технических руководителей предприятий электроэнергетики и теплоснабжения.

Ключевые слова: теплоснабжающее предприятие, плановый ремонт, автоматизация, корпоративная информационная система, бизнес-процессы.

Все крупнейшие компании, работающие в сфере электроэнергетики и теплоснабжения, предъявляют требования к информационным системам в части эффективного управления ресурсами, особенно если филиалы компании рассредоточены в разных частях страны. От выбора и грамотного внедрения информационной системы зависит скорость и эффективность принятых решений, что очень важно в компаниях электроэнергетики и теплоснабжения, так как эта сфера деятельности требует особой ответственности.

Для понимания масштаба с работой внедренной информационной системы SAP ERP [1] ознакомимся с организациями, где уже осуществлено управление ресурсами.

Общество с ограниченной ответственностью «Удмуртские коммунальные системы» [2] – основной поставщик ГВС и транспортировщик теплоресурсов для городского населения и социальных объектов города Ижевска. К сфере деятельности (реконструкция, ремонт, эксплуатация) относятся следующие объекты:

- магистральные тепловые сети (находящиеся в обслуживании по договору с Удмуртским филиалом ПАО «Т плюс») всего в однотрубном исчислении – 231 км;
- распределительные тепловые сети (арендуемые у администрации города Ижевска) всего в однотрубном исчислении – 1007,9 км;
- центральные тепловые пункты – 135 шт.;
- бойлер горячего водоснабжения БГВС (отдельная тепловая энергоустановка) – 81 шт.;

- индивидуальный тепловой пункт – 48 шт.;
- тепловые насосные станции – 10 шт.;
- котельные – 25 шт.;
- потребители: 3454 жилых и социальных объектов (порядка 580 тыс. жителей), 3590 прочих.

С 19 декабря 2016 года ООО «УКС» работает в рамках концессионного соглашения, подписанного с администрацией г. Ижевска сроком на 16 лет. Документом предусмотрено финансирование энергетиками работ по реконструкции более 295 км теплосетей в течение всего периода действия договора – до 31 декабря 2032 года. Ежегодный объем вложений в модернизацию теплосетевого комплекса столицы Удмуртии составляет 500 млн рублей. Результатом концессии и целью заключения соглашения с г. Ижевском является не достижение определенного объема финансовых вложений, а качественное улучшение сетей в максимально короткие сроки. Основным качественным параметром является приведение количества порывов и потерь на теплосетях к нормативным значениям.

Стратегическая цель общества – расширить сферу деятельности, изменить представление жителей Удмуртии о коммунальном хозяйстве, создав новый стандарт качества услуг. Задача компании – бесперебойно снабжать потребителей горячей водой 365 дней в году и теплом в период отопительного сезона.

Ключевые направления стратегического развития ООО «УКС» [2]:

- обеспечение надежного и бесперебойного транспортирования тепловой энергии, производства и транспортирования горячей воды;
- внедрение энергосберегающих инструментов и технологий, содействие повышению энергоэффективности ЖКХ и экономики городов присутствия;
- увеличение капитализации и инвестиционной привлекательности компании, повышение энергоэффективности.

Главный офис компании ПАО «Т Плюс», в состав которой входит организация ООО «УКС», находится в г. Москве [3]. ПАО «Т Плюс»: Группа «Т Плюс» – крупнейшая российская частная компания, работающая в сфере электроэнергетики и теплоснабжения. «Т Плюс» принадлежит более 6 % установленной мощности электростанций России. Лидер на рынке теплоснабжения страны с долей около 8 %. Компания обеспечивает стабильное и бесперебойное энергоснабжение в 16 регионах России. Клиентами компании являются более 14 млн физических лиц и более 160 тысяч юридических лиц. Группа «Т Плюс» – крупнейший частный производитель тепла в России и мире, четвертый по величине налогоплательщик отрасли.

На основании вышеизложенного знакомства с представленными организациями нетрудно представить, с какими объемами ремонта и обслуживания оборудования сталкивается компания Группы Т Плюс. А это более тысячи единиц технологического оборудования (насосные агрегаты, регуляторы, котлы и т. п.), более десяти тысяч км трубопроводов из стали и полимеров (сети отопления, ГВС), более полумиллиона единиц запорной арматуры (задвижки, об-

ратные клапаны и т. п.). Соответственно, информационная система управления ресурсами предприятия SAP ERP в этих компаниях производит:

Повышение эффективности системы централизованного теплоснабжения, бизнес-процессов теплоснабжающих организаций невозможно без внедрения информационных технологий [4–6].



Анализ представленной структуры предприятия:

- эксплуатационный блок – диспетчерская служба, эксплуатационные районы, служба эксплуатации котельных, служба эксплуатации электротехнического оборудования;
- технический блок – служба обеспечения технического состояния объектов, проектно-конструкторское бюро, отдел диагностики, водно-химическая лаборатория;
- ремонтный блок – центральная ремонтная служба;
- административный блок – руководящий аппарат, группа делопроизводства, административно-хозяйственный отдел.

На рис. 2 представлена схема бизнес-процесса «Организация исполнения годового планового ремонта тепломеханического оборудования подрядными организациями в ООО «УКС» [7].

Так, из представленного процесса видим, что основными элементами системы является персонал технического блока, а именно, служба обеспечения технического состояния объектов, которая посредством предоставленными от эксплуатационных служб графиков ремонта оборудования и дефектных ведомостей формирует, исходя из тарифных решений (лимиты по статьям ФБ «Ремонт»), годовую комплексную программу закупок для организации и проведения текущих и капитальных ремонтов оборудования. Графики текущего и капитального ремонта сводятся в один документ – график планово-предупредительного ремонта, который утверждается главным инженером предприятия. Утвержденный график ППР является основанием для размещения ремонтных заказов в информационной системе SAP на планирование потребностей в услугах подряда, давальческих материалах и комплектующих со сроками и объемами поставок для выполнения плана ремонта. Все размещенные заказы в SAP проходят процедуры согласования и утверждения, после чего заказы лотируются для проведения торговых процедур на выбор поставщиков услуг (подрядчиков) и материалов.

До проведения торговых процедур по выбору подрядной организации службой обеспечения технического состояния объектов формируются технические задания, где описывается детальным образом вид ремонта, сроки ремонта, перечень необходимых аттестованных технологий и специалистов. После проведения электронных торгов в адрес специалистов службы обеспечения технического состояния объектов поступает закупочная документация от участников торгов на проведение экспертизы для дальнейшего выбора потенциального подрядчика. В период заключения договоров подряда с подрядными организациями уточняются объем ремонта, сроки ремонта, перечень необходимых давальческих материалов и срок их поставки на склад. Подрядные организации во время исполнения взятых на себя договорных обязательств своевременно и поэтапно сдают выполненные работы специалистам службы обеспечения технического состояния объектов. Фактом приемки объекта после произведенного ремонта подрядной организации является принятый и подписанный комиссией пакет исполнительной документации, который подлежит проверке инспектора-

ми энергонадзора во время приемки готовности ООО «УКС» к прохождению отопительного периода. Подрядчик после приемки исполнительной документации заказчиком предъявляет акт выполненных работ, который служит основанием для производства оплаты ООО «УКС» за выполненные услуги.

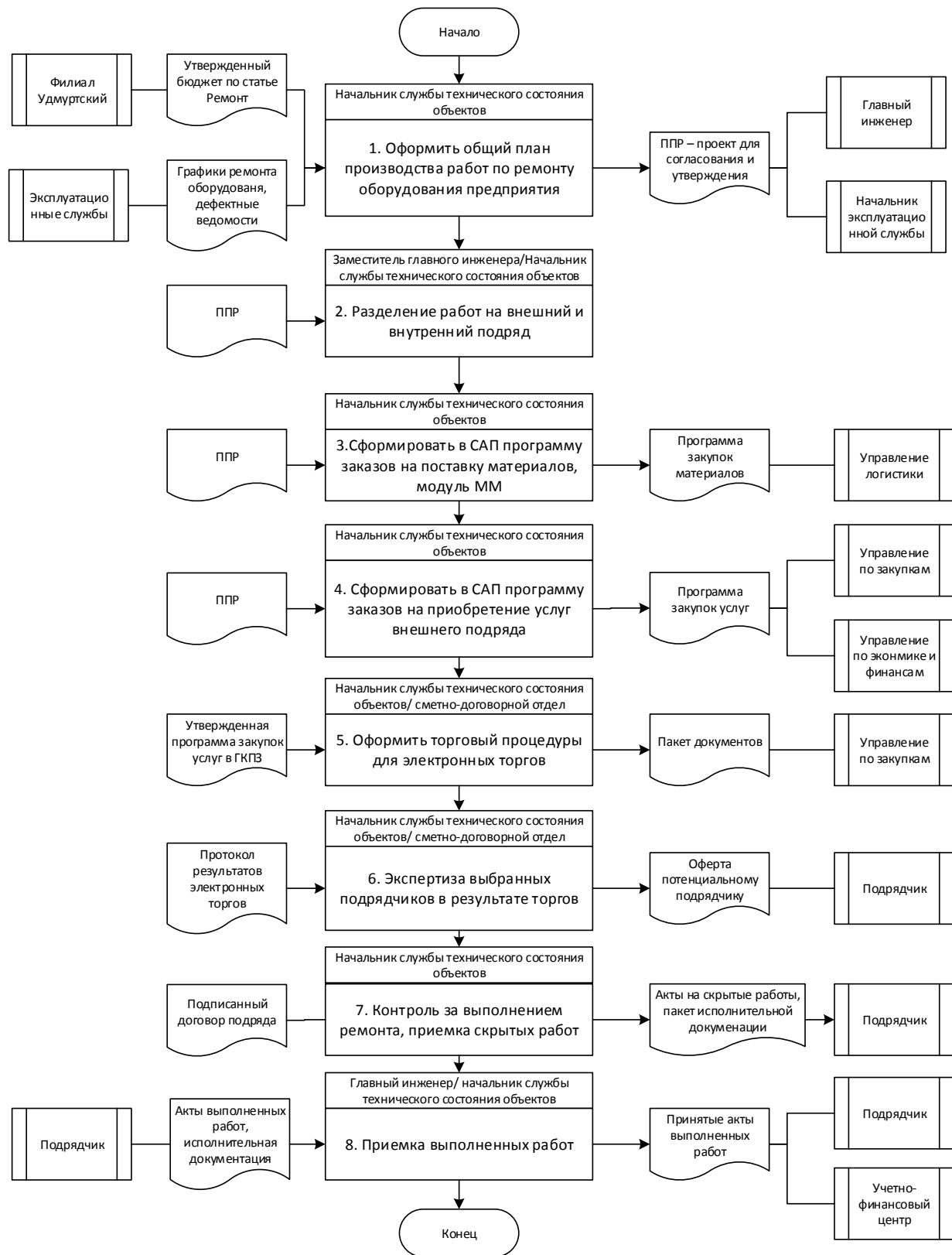


Рис. 2. Бизнес-процесс

В качестве еще одного варианта того же процесса предлагается рассмотреть бизнес-процесс, выполненный в программном комплексе Bizagi Modeler [9–12]. Данный программный продукт позволяет линейно проследить функциональные задачи каждого участника процесса, проанализировать наличие дублирующих функций или ненужных операций. При необходимости внести соответствующие изменения в процесс, оптимизировав его, за счет чего сокращается время на его проведение или исключаются дублирующие функции участников.

Одними из основных задач, входящих в функциональные обязанности эксплуатационного и технического сектора, – это планирование и исполнение годового планового ремонта (ППР) [8] тепломеханического оборудования. Эксплуатационные службы ведут реестр подконтрольного оборудования, паспорта на основное оборудование, отслеживают график ремонта, производят выявление дефектов на оборудовании с оформлением журналов дефектов.

В качестве исполнителей годового планового ремонта выступают – внешний и внутренний подрядчики. Внутренний подрядчик (ЦРС) – это структурное подразделение ООО «УКС». Внешний подрядчик выбирается после проведения закупочных процедур на электронных торговых площадках, таких как В2В, ЕЭТП и т. п. Своевременное исполнение ППР входит как основной этап в подготовке объектов инженерной инфраструктуры г. Ижевска к отопительному периоду. Четкое соблюдение графика ППР, а также как и качество работ, постоянно проверяется со стороны энергоинспекций.

Здесь рассмотрен пример работы одного из многочисленных бизнес-процессов на одном из теплоснабжающих предприятий, входящих в состав Группы «Т Плюс». ПАО «Т Плюс» посредством SAP ERP осуществляет управление за работой своих филиалов, в том числе и финансовая деятельность, все необходимые отчетности консолидируются SAP и отображаются в любом формате по желанию и требованию оператора.

Заключение

Проведенный анализ процесса «Организация исполнения годового планового ремонта тепломеханического оборудования подрядными организациями в ООО «УКС» при помощи представленных структур» показывает, что процедура организации ремонта с использованием информационной системы SAP выстроена с учетом минимального времени на его проведение, с учетом всех требований российского законодательства в области торговых процедур (ФЗ № 135 «О защите конкуренции», ФЗ № 223 «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» и т. п.), а также отражает весь спектр контроля от заведения заявки до приемки работ за выполненные услуги.

Список литературы

1. Дикерсбах, Й. Т. Планирование и управление производством с помощью SAP ERP. – Санкт-Петербург : Эксперт РП, 2011. – 270 с.
2. Официальный сайт ООО «УКС» г. Ижевск. – URL: <http://www.udmks.ru/>.
3. Официальный сайт ПАО Т Плюс г. Москва. – URL: <https://www.tplusgroup.ru/>.

4. *Щенятский, А. В.* Разработка пакета прикладных программ по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения / А. В. Щенятский, Б. А. Якимович, С. В. Вологдин // Современные информационные технологии и ИТ-образование : сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции / под ред. проф. В. А. Сухомлина. – 2012. – С. 643–654.
5. *Вологдин, С. В.* Опыт использования программно-вычислительного комплекса «ИАСТЭС» для мониторинга и оптимизации параметров системы центрального теплоснабжения // Интеллектуальные системы в производстве. – 2004. – № 1. – С. 50–64.
6. *Вологдин, С. В.* Методы и алгоритмы повышения энергоэффективности многоуровневой системы централизованного теплоснабжения / С. В. Вологдин, Б. А. Якимович. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – 264 с.
7. *Калянов, Г.* Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов : учеб. пособие. – Москва : Финансы и статистика, 2007. – 240 с.
8. Система планово-предупредительного ремонта оборудования и сетей промышленной энергетики / Н. Н. Синягин и др. – Москва : Энергия, 1978. – 408 с.
9. *Банк, В. Р.* Автоматизированные информационные технологии в экономике / В. Р. Банк, В. С. Зверев. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 302 с.
10. *Благодатских, В. А.* Информационные системы в экономике / В. А. Благодатских, М. А. Енгибарян. – Москва : Экономист, 2008. – 270 с.
11. *Jocelyn K. Glei.* Maximize Your Potential: Grow Your Expertise, Take Bold Risks & Build an Incredible Career. 2013. URL: <https://www.livelib.ru/tag/workflow>.
12. Методы и модели информационного менеджмента: учеб. пособие / Д. В. Александров, А. В. Костров, Р. И. Макаров, Е. Р. Хорошева. – Москва : Финансы и статистика, 2007. – 336 с.

В. Г. Суфиянов, доктор технических наук, профессор, vsufiy@mail.ru
Д. Г. Нефёдов, кандидат технических наук, доцент, nefedov@istu.ru
Д. А. Клюкин, магистрант, anatoliikljukin@mail.ru
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Результаты математического моделирования продольно-поперечных колебаний ствола в одномерной постановке с учетом влияния внутрибаллистических процессов¹

Представлены результаты моделирования продольно-поперечных колебаний ствола при выстреле бронебойным подкалиберным снарядом. Рассмотрены математические модели продольных и поперечных колебаний для ствола с переменными с учетом веса снаряда и силы трения снаряда о ствол. Определены величины и характер продольных деформаций ствола. Исследовано время затухания, частота и амплитуда поперечных колебаний. Исследовано влияние колебаний на точность стрельбы по цели с различных дистанций.

Ключевые слова: колебания ствола; артиллерийский выстрел; математическое моделирование; внутренняя и внешняя баллистика; прямая наводка.

Введение

В работе [1] ранее рассматривалось решение задачи колебаний ствола артиллерийского орудия при выстреле. Распределение давления внутри ствола определялось на основе решения задачи Лагранжа в термодинамическом приближении. Главным недостатком такого решения является предположение о мгновенном сгорании пороха. В этих условиях ожидается, что в начальный момент времени внутри ствола достигается максимальное давление. В реальности горение пороха происходит не мгновенно, а занимает довольно большую часть времени всего внутрибаллистического процесса, что ведет к постепенному нарастанию давления. Изменение давления из-за образования пороховых газов является основным источником колебаний ствола артиллерийского орудия [2]. Дополнительным источником колебаний ствола является движение массивного снаряда внутри канала ствола под действием пороховых газов. В данной работе учитываются описанные выше факторы: постепенное сгорание пороха, масса снаряда и трение снаряда с каналом ствола.

Математическая модель колебаний ствола под действием давления, движения снаряда и с учетом внешних сил представлена в работе [3]. В данной постановке ствол представляет собой жестко закрепленную с одного конца консольную балку [2, 3]. Численное моделирование рассматриваемого процесса производится методом Фурье [4] или методом конечных разностей [1, 3, 5].

© Суфиянов В. Г., Нефёдов Д. Г., Клюкин Д. А., 2021

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-01-00072\20.

В данной работе для численного моделирования колебаний ствола используется девятиточечная разностная схема [1, 3].

Объектом исследования является осесимметричный ствол артиллерийского орудия переменного сечения, закрепленный у казенного среза. Геометрия ствола и его основные физические характеристики представлены в источнике [1].

Математическая модель

Рассмотрим дифференциальное уравнение продольных колебаний [3] с учетом продольных сил $q_1(x)$:

$$\rho F \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = E \frac{\partial}{\partial x} \left(F \frac{\partial u}{\partial x} \right) + v \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{2r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} F p \right) - p \frac{\partial S}{\partial x} + q_1(x, t) + \rho F g \sin(\varphi), \quad (1)$$

с начальными условиями:

$$u(x, 0) = 0, \quad \left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

и граничными условиями:

$$u(0, t) = 0, \quad \left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right|_{x=L} = 0, \quad (3)$$

где $u = u(x, t)$ – величина продольных колебаний пространственной x и по временной t координатам, м; ρ – плотность материала ствола, кг/м³; $F = F(x, t)$ – площадь сечения ствола, м²; $p = p(x, t)$ – распределение давления внутри канала ствола, определяемое в термодинамической постановке [6], Па; $S = S(x)$ – площадь канала ствола, м²; L – длина ствола; E – модуль Юнга, Па; v – коэффициент Пуассона; $q_1(x, t)$ – продольные силы, φ – угол возвышения; g – ускорение свободного падения, м/с².

Продольные силы, действующие на ствол, состоят из сил трения и сил взаимодействия снаряда:

$$q_1(x, t) = q_b(x, t) \cdot \sin(\varphi) - q_f(x, t), \quad (4)$$

здесь распределенные массовые силы и сила трения снаряда с каналом ствола имеют вид

$$q_b(x, t) = \begin{cases} \frac{m_b S_b g}{\Delta l_b}, & x \in [x_b, x_b + \Delta l_b], \\ 0, & x \notin [x_b, x_b + \Delta l_b], \end{cases} \quad (5)$$

$$q_f(x, t) = \begin{cases} \frac{f p_b S_b}{\Delta l_b}, & x \in [x_b, x_b + \Delta l_b], \\ 0, & x \notin [x_b, x_b + \Delta l_b], \end{cases} \quad (6)$$

где m_b – масса снаряда, кг; S_b – площадь миделевого сечения снаряда, м²; Δl_b – длина снаряда, м; $x_b = x_b(t)$ – положение донного среза снаряда, м; f – коэффициент трения; $p_b = p_b(t)$ – давление на дно снаряда, Па.

Краевая задача поперечных колебаний ствола рассматривается только в вертикальной плоскости и с учетом взаимодействия снаряда с каналом ствола при выстреле имеет вид [3]:

$$\rho F \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left((F\sigma - Sp) \frac{\partial v}{\partial x} \right) - E \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(J \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) + q_2(x, t) - \rho F g \cos(\varphi) \quad (7)$$

с начальными условиями

$$v(x, 0) = 0, \quad \left. \frac{\partial v(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad (8)$$

и граничными условиями

$$v(0, t) = 0, \quad \left. \frac{\partial v(x, t)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, \quad (8)$$

$$\left. \frac{\partial^2 v(x, t)}{\partial x^2} \right|_{x=L} = 0, \quad \left. \frac{\partial^3 v(x, t)}{\partial x^3} \right|_{x=L} = 0, \quad (9)$$

где $v = v(x, t)$ – величина поперечных колебаний в вертикальной плоскости по пространственной x и временной t координатам, м; J – момент инерции, кг·м²; $q_2(x, t)$ – поперечные силы.

Считая плотность снаряда равномерно распределенной, запишем распределенную силу $q_2(x, t)$ следующим способом:

$$q_2(x, t) = q_b(x, t) \cdot \cos(\varphi). \quad (10)$$

Смоделируем выстрел из гладкоствольного орудия, геометрия которого приводится в таблице, расположенного параллельно поверхности Земли.

Результаты стрельбы прямой наводкой

Расстояние до центра мишени, м	Угол		Точка попадания на оси OY , см	Отклонение от точки прицеливания, см
	возвышения, ф	с учетом деформаций и колебаний		
100	–0°17' 24"	–0° 21' 36"	188	12
250	–0° 5' 24"	–0° 09' 36"	171	29
400	–0° 1' 48"	–0° 06' 00"	152	48
700	0° 2' 24"	–0° 01' 48"	116	84
1000	0° 5' 49"	0° 01' 48"	80	120
1500	0° 12' 4"	0° 07' 48"	20	180

Результаты математического моделирования

На рис. 1 представлены продольные колебания в моменты времени 7, 5, 8, 8,5 и 8,9 мс, точками отмечены положения снаряда.

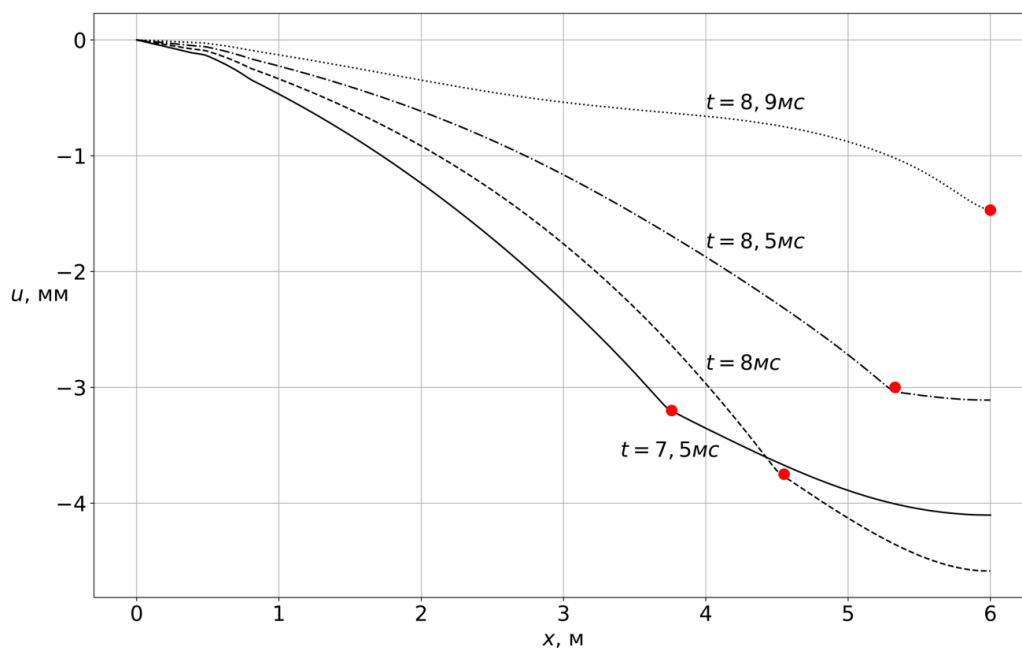


Рис. 1. Продольные колебания дульного среза ствола в моменты времени перед выстрелом

Из рис. 1 видно, что ствол до момента времени 8 мс сжимается, а после начинает движение к первоначальному состоянию.

Результаты моделирования поперечных колебаний с учетом сил взаимодействия представлены на рис. 2.

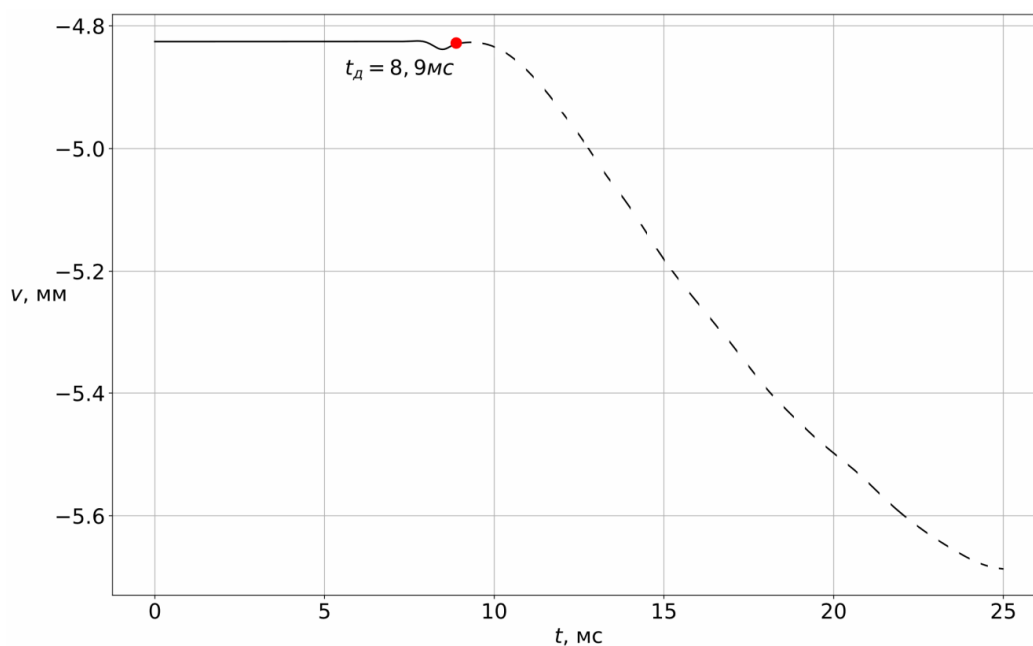


Рис. 2. Поперечные колебания дульного среза ствола в процессе выстрела $0 < t \leq t_d$ и после вылета снаряда из канала ствола ($t > t_d$)

Из рис. 2 видно, что в момент перед выстрелом ствол немного изгибается, что может влиять на угол вылета снаряда, а после выстрела ствол смещается почти на 1 см.

Исследуем такие характеристики поперечных колебаний, как время затухания, частота и амплитуда (рис. 3).

Из рис. 3 видим, что время затуханий составляет порядка 15 секунд, частота 10 Гц и амплитуда колебаний 1,5 мм.

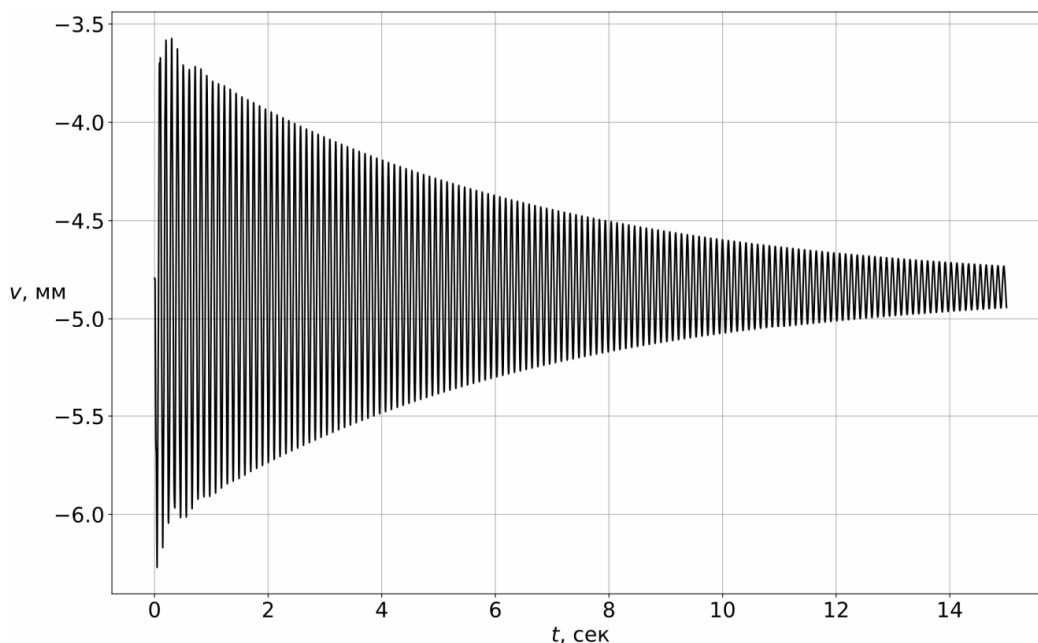


Рис. 3. Поперечные колебания дульного среза

Далее исследуем влияние колебаний на точность стрельбы прямой наводкой с дистанций от 100 до 1500 м. Центр мишени расположен на высоте 2 м, ствол танка – на высоте 2,5 м. Из полученных результатов видно, что даже на малых дистанциях 100–400 м заметно влияние колебаний, а на дистанциях свыше 700 м отклонение от центра мишени сопоставимо с высотой мишени.

Выводы

1. В программно-вычислительном комплексе была реализована численная разностная схема моделирования продольно-поперечных колебаний ствола артиллерийского орудия при выстреле с учетом внутрибаллистических процессов и сил взаимодействия снаряда со стволом.

2. Показано, что до вылета снаряда из ствола сначала (до 8 мс) происходит сжатие ствола на величину до 0,5 мм, после чего он начинает разжиматься до момента вылета снаряда из дульного среза.

3. Проведено численное исследование амплитуды и скорости затухания поперечных колебаний. Амплитуда составила 1,5 мм, частота 10 Гц и за 15 сек значительная часть поперечных колебаний затухает.

4. Исследована точность стрельбы прямой наводкой, было показано, что на расстояниях свыше 700 м учет колебаний необходим для точного попадания в мишень.

Список литературы

1. Суфиянов, В. Г. Результаты математического моделирования колебаний ствола при выстреле в одномерной постановке / В. Г. Суфиянов, Д. Г. Нефёдов, Д. А. Клюкин // Выставка инноваций – 2020 (весенняя сессия), Ижевск, 18 марта – 25 апреля 2020 г. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2020. – С. 101–105.
2. Орлов, Б. В. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий / Б. В. Орлов, Э. К. Ларман, В. Г. Маликов. – Москва : Машиностроение, 1976. – 432 с.
3. Хоменко, Ю. П. Математическое моделирование внутрибаллистических процессов в ствольных системах / Ю. П. Хоменко, А. Н. Ищенко, В. З. Касимов. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999. – 256 с.
4. Игнатов, А. В. Метод расчета свободных поперечных колебаний ствола автоматической пушки при заданном условии закрепления / А. В. Игнатов, С. Н. Богомолов, Н. Д. Федянин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – Вып. 11. – Ч. 2. – С. 70–77.
5. Самарский, А. А. Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. – Москва : Наука, 1989. – 432 с.
6. Русяк, И. Г. Физические основы и газовая динамика горения порохов в артиллерийских системах: монография / И. Г. Русяк, А. М. Липанов, В. М. Ушаков. – Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2016. – 456 с.

Стенд с контролируемым нагревом композитной арматуры

В данной работе приведен стенд для проведения эксперимента с контролируемым нагревом композитной арматуры. Рассмотрено оборудование для контроля композитной арматуры, возбуждающее и регистрирующее распространение акустических волн. В данной установке разогревается и остывает образец длиной до 1 м в течение 45–120 минут с мониторингом температуры и точностью, через каждые 1 °С устройство регистрирует данные.

Ключевые слова: композитная арматура, волноводный метод, линейно-протяженные объекты, экспериментальная установка.

Введение

Арматура композитная полимерная (АКП) – это неметаллический стержень, изготовленный из стекловолокна и термореактивной смолы. В зависимости от типа изготовления АКП подразделяют на несколько типов. Наиболее распространенной из всех типов является стеклопластиковая арматура [1]. Для контроля АКП применим волноводный метод неразрушающего контроля. [2–6].

Цель работы – разработать стенд, в котором будет происходить постепенный нагрев и остывание композитной арматуры, при этом устройство для контроля будет одновременно проводить измерение скорости стержневой волны с фиксацией изменения температуры. Для проведения исследований возможно использование незавершенных процессов отверждения и полимеризации, а также изменения структуры арматуры при высоких температурах (до 70 °С).

Волноводный метод неразрушающего контроля композитной арматуры

Волноводный метод реализует акустический дефектоскоп насосных штанг (АДНШ). Реализация основана на использовании эхо-импульсного метода контроля. Данный метод контроля можно применить для исследования композитной арматуры на дефекты и структуроскопию [7–12].

С помощью ПЭП, который работает в совместном режиме, датчик посылает акустический импульс, после чего волна отражается от противоположного торца и/или дефекта, приходит обратно к преобразователю, работающему в этот момент на прием сигнала. Блок-схема дефектоскопа представлена на рис. 1.

ГПУ – блок генератора и предусилителя; УКП – блок программируемого усилителя, коммутации и источника питания; АПЦ – плата аналого-цифрового преобразователя для вывода акустических сигналов в ПК; ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь; ПК – персональный компьютер; переходник осуществляет применение ПЭП в совмещенном режиме.

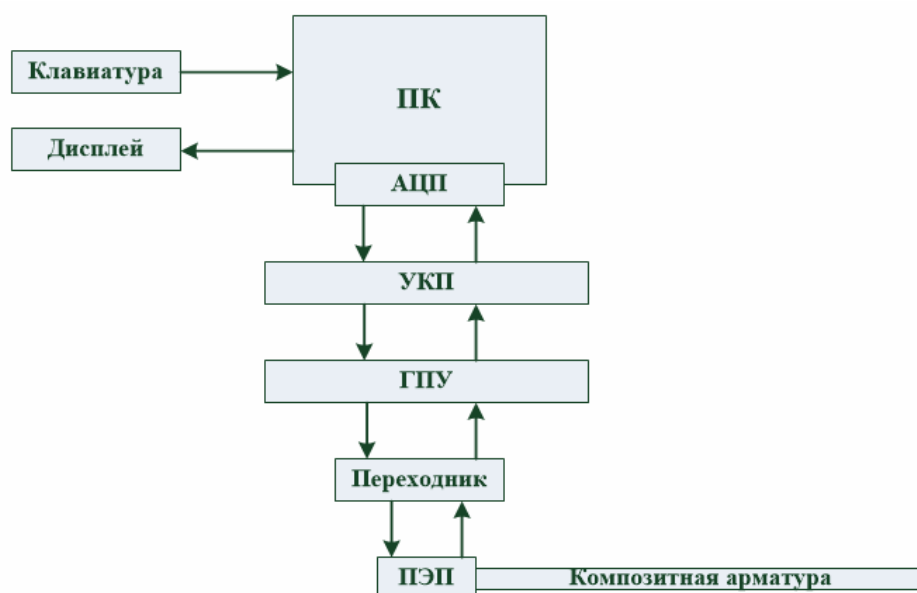


Рис. 1. Структурная схема дефектоскопа АДНШ

С помощью программы «Монитор-П» [12] были получены эхограмма волноводного контроля АКП. На рис. 2 видны зондирующий импульс и несколько эхо-сигналов, отраженных от противоположного торца (рис. 2), пример эхограммы приведен с программы «Монитор-П». Для нахождения времени берем разность времени между соседними донными сигналами. Эхограммы обрабатываются с применением специального программного обеспечения «Analyse» [13].

U , мВ

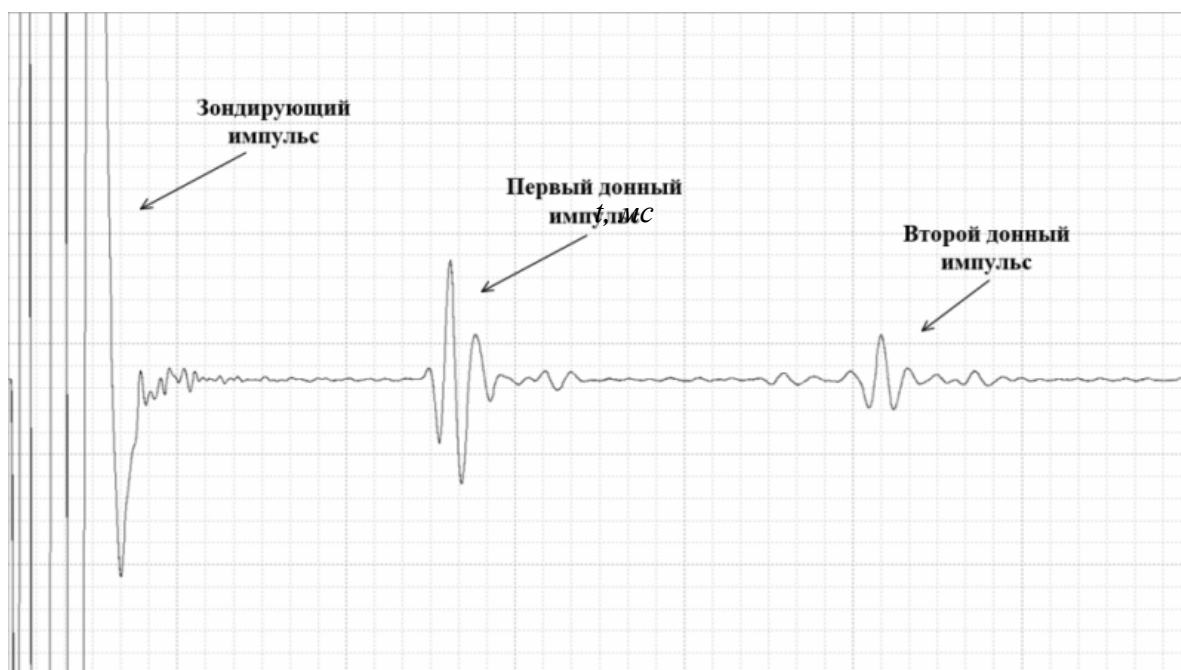


Рис. 2. Эхограмма волноводного контроля АКП

Экспериментальная установка

На рис. 3 изображен стенд для проведения эксперимента. Установка состоит из двух картонных труб, соединяющихся металлической гофрированной трубой, и помещена в теплоизолированный корпус. В верхнюю часть подается теплый воздух с помощью строительного фена, где воздух расходится в разные стороны по двум каналам и попадает в нижнюю часть и выходит через отверстие снизу. В экспериментальную установку помещены два электронных термометра для контроля температуры воздуха с ценой деления $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, что позволяет определить среднюю температуру воздуха в установке.

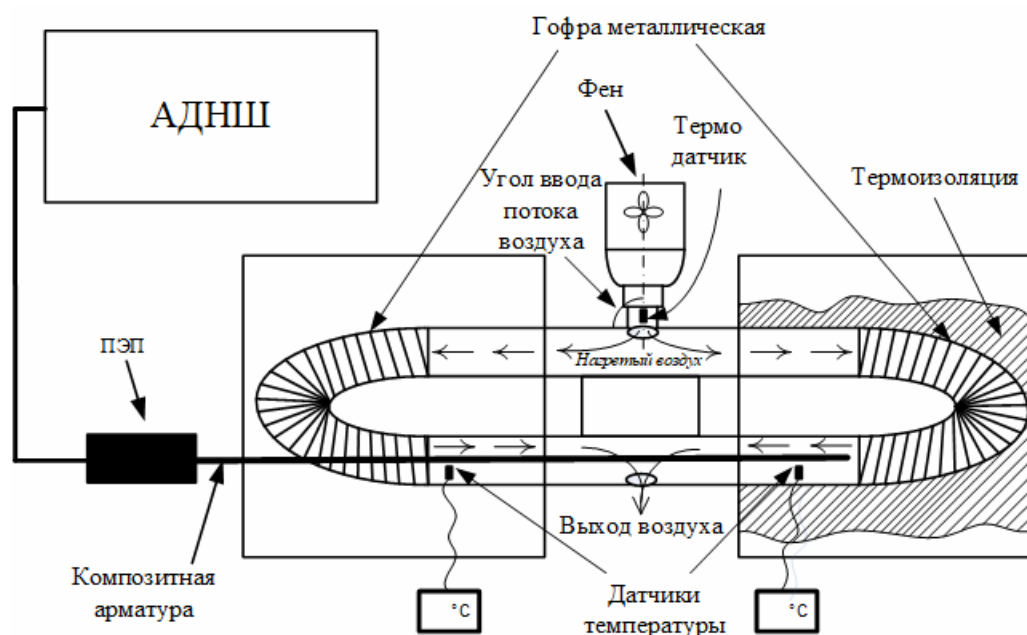


Рис. 3. Блок-схема установки

Для нагрева воздуха использовался строительный фен GHG-660 Professional (табл. 1), на котором можно задавать температуру с шагом $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и индикатором температуры воздушного потока.

Таблица 1. Характеристики строительного фена GHG-660 Professional

Характеристики	Bosh GHG-660 Professional
Мощность	2300 Вт
Минимальная рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	50
Максимальная рабочая температура, $^{\circ}\text{C}$	660
Максимальный воздушный поток, л/м	500
Шаг задания температуры, $^{\circ}\text{C}$	10

Проведение эксперимента

Процесс нагревания производится в режиме минимальной мощности. В начале эксперимента фен устанавливается на температуру воздуха $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. При помощи дефектоскопа АДНШ снимаются эхограммы при увеличении показания температуры с датчиков на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). После того как в установке нагре-

ва композитной арматуры температура достигает среднего значения 40 °С, на выходе фена температура воздуха увеличивается на 10 °С. После того как в камере нагрева температура воздуха достигла 66 °С, на выходе фена температура уменьшается до 50 °С, дефектоскоп продолжает сохранять эхограммы при уменьшении температуры в стенде нагрева на 1 °С. После того как в камере нагрева температура достигнет 50 °С, убирается нагревательный фен, и устройство продолжает сохранять эхограммы до падения температуры до 45 °С, на рис. 4 график зависимости изменения скорости от роста температуры.

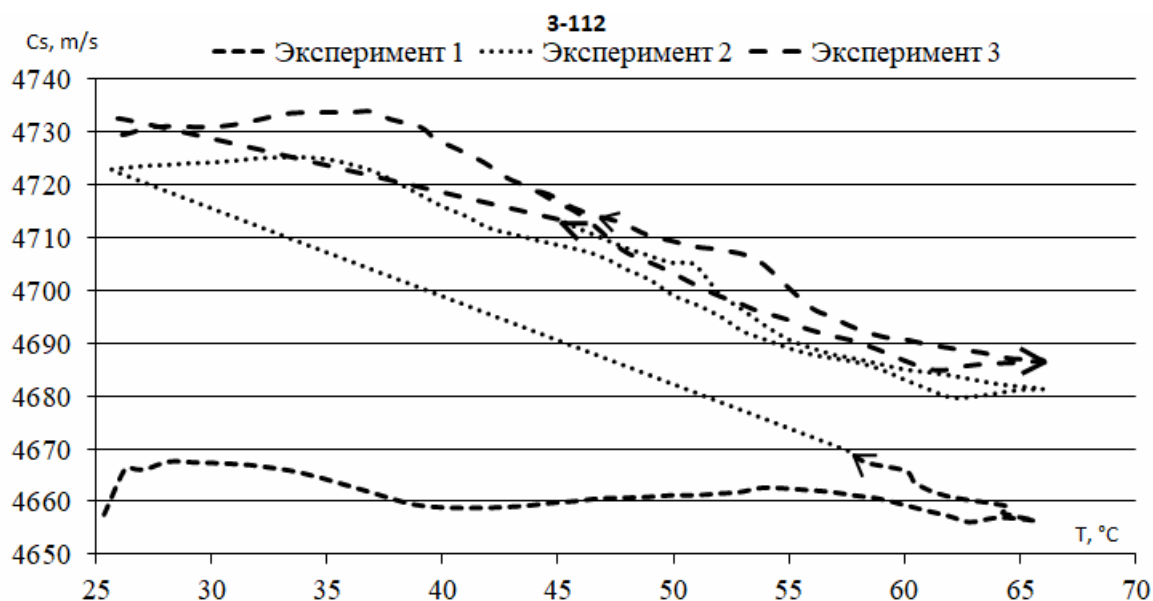


Рис. 3. График изменение скорости от роста температуры

Выводы

Разработан стенд с контролируемым нагревом образцов композитной арматуры, предназначенный для исследований эхо-импульсным методом скорость распространения и затухания стержневой волны при нагревании композитной арматуры. Данная установка позволяет нагревать образцы композитной арматуры в диапазоне температур 20–66 °С. Процесс нагрева контролируется двумя термометрами с ценой деления 0,1 °С.

Список литературы

1. ГОСТ 31938–2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия (с Поправкой) [Электронный ресурс] Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101115> (дата обращения 11.12.2019).
2. Дефектоскопия композитной арматуры акустическим волноводным методом / В. А. Стрижак, А. В. Пряхин, Р. Р. Хасанов, С. С. Мкртчян // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 78–88.
3. Патент на изобретение RU 2688877 С1, 22.05.2019. Способ определения прочностных характеристик полимерных композиционных материалов / В. А. Стрижак, А. В. Пряхин, Р. Р. Хасанов.

4. Неразрушающий контроль композитной полимерной арматуры / А. В. Бучкин, В. Ф. Степанова, В. А. Стрижак, Е. Ю. Юрин, Е. И. Никишов // Вестник НИЦ Строительство. – 2020. – № 1 (24). – С. 23–35.
5. Влияние водопоглощения на скорость распространения нормальных волн в композитной арматуре / О. В. Муравьева, Р. Р. Хасанов, В. А. Стрижак, С. С. Мкртчян, М. В. Сяктерев, О. В. Муравьева // SIBTEST – 2019 : сборник тезисов докладов V Международной конференции по инновациям в неразрушающем контроле, 2019. – С. 67–68.
6. Muravieva O.V., Khasanov R.R., Strizhak V.A., Mkrtchyan S.S. Water absorption effect on the propagation velocity of normal waves in composite rebars // Materials Science Forum. 2019. Т. 970. С. 202-209.
7. Эффективность использования стержневых и крутильных волн для контроля пруткового проката / Г. А. Буденков, О. В. Недзвецкая, Д. В. Злобин, Т. Н. Лебедева // Дефектоскопия. – 2004. – № 3. – С. 3–8.
8. Акустическая дефектоскопия прутков с использованием многократных отражений / Г. А. Буденков, О. В. Недзвецкая, Б. А. Буденков, Т. Н. Лебедева, Д. В. Злобин // Дефектоскопия. – 2004. – № 8. – С. 50–55.
9. Муравьева, О. В. Акустический тракт метода многократных отражений при дефектоскопии линейно-протяженных объектов / О. В. Муравьева, Д. В. Злобин // Дефектоскопия. – 2013. – № 2. – С. 43–51.
10. Технология акустического волноводного контроля насосно-компрессорных труб / О. В. Муравьева, В. А. Стрижак, Д. В. Злобин, С. А. Мурашов, А. В. Пряхин // В мире неразрушающего контроля. – 2014. – № 4. – С. 51–56.
11. Акустический волноводный контроль линейно протяженных объектов / О. В. Муравьева, В. В. Муравьев, В. А. Стрижак, С. А. Мурашов, А. В. Пряхин / М-во обр. и науки РФ, ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова». – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2017. – 234 с. – ISBN 978-5-7692-1560-5.
12. Патент изобретения RU 2019615495, 26.04.2019. Программа Монитор-П / В. А. Стрижак, А. Б. Ефремов.
13. Патент изобретения RU 2018610119, 09.01.2018. Программа пакетной обработки данных полученных от измерительной системы «Analyze» / В. А. Стрижак, А. Б. Ефремов, О. В. Муравьева, Ю. В. Мышкин.

М. В. Таскаев, студент, taskaev.maks@inbox.ru
Л. А. Гарифянова, студент
М. В. Свалова, кандидат технических наук, доцент
Е. А. Гринько, старший преподаватель
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Применение полученных биоматериалов в ходе утилизации осадка с очистных сооружений в строительстве

Рассмотрены способы применения осадков, образующихся на очистных сооружениях, в строительстве. Приведен выбор способа их утилизации. Представлены методы переработки водопроводных осадков и осадков сточных вод. Приводятся схемы принципов изготовления материалов на основе ила, поступившего с очистных сооружений. Методы, представленные в статье, реализуются на заводах Московской области.

Ключевые слова: биоматериалы; активный ил; утилизация осадка; сточные воды; очистные сооружения.

Более трети жителей нашей планеты испытывают нехватку ценнейшего природного ресурса – воды. Поэтому умеренное и рациональное водопользование, которое включает в себя еще и эффективные технологии водоочистки, является абсолютной необходимостью. Однако современные очистные сооружения, возвращая очищенную воду в окружающую среду, генерируют осадки сточных вод (ОСВ), к числу которых относят активный ил, подразделяющийся на отработанный и избыточный.

Ежегодно в Российской Федерации производится около 2 млн тонн осадков по сухому весу (при исходной 98 % влажности их масса составляет порядка 100 млн тонн). Основная масса таких осадков накапливается на так называемых иловых площадках – участках земли, окруженных земляными валами или бетонными стенками. Одной из ключевых задач современных технологий, предполагающих уменьшение их объема, является поиск безопасных и экономически выгодных решений для утилизации осадков сточных вод.

Активный ил – сложноорганизованная система живых организмов на неживой основе, связанных обменными и трофическими процессами. Он вырабатывается в значительных количествах и относится к малоопасным отходам (IV класс). Сухой остаток активного ила на 70–90 % состоит из органических веществ и на 10–30 % из неорганических. Содержание органического углерода составляет более 60 %. Таким образом, это делает активный ил ценным ресурсом для вторичной переработки. Утилизация осадков ила возможна различными способами, выбор которых влияет на прибыльность и доходность производства [1].

Для того чтобы выбрать способ утилизации, нужно:

1. Составить перечень технически осуществимых способов переработки в конкретной местности.
2. Проверить соответствие получаемого продукта в области действующего экологического законодательства.
3. Оценить энергетические и финансовые затраты для каждого метода переработки.

Преобладающие направления утилизации осадков

Водопроводный осадок

Могут быть использованы следующие направления, признанные результативными:

- использование водопроводного осадка для очистки сточных вод в качестве химического коагулянта и для совместного кондиционирования и размещения с осадком сточных вод;
- широкое применение водопроводного осадка в строительстве при производстве цемента, монолитных блоков и кирпичей;
- использование водопроводного осадка при производстве биофора, так называемого почвогрунта.

Осадок сточных вод

Основные направления переработки (рис. 1):

- складирование на полигонах твердых бытовых отходов;
- сжигание;
- компостирование с последующим производством биофора;
- изготовление биофора непосредственно из систем водяного охлаждения;
- производство строительных материалов.

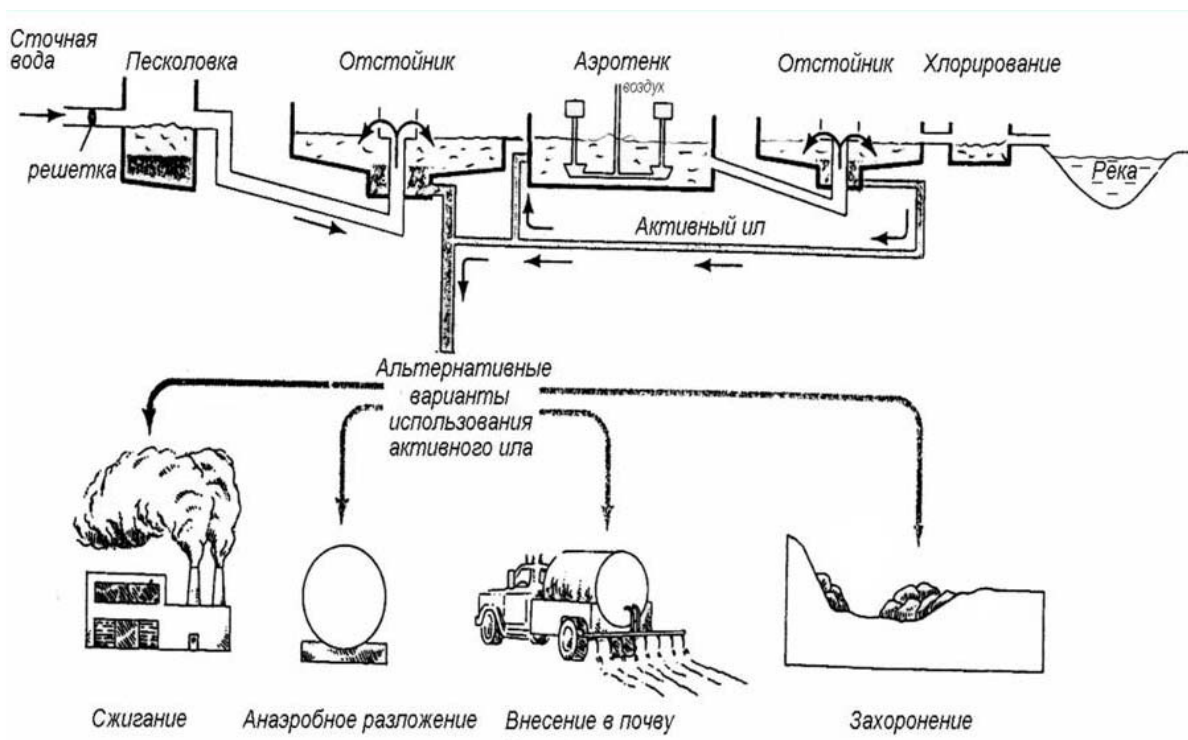


Рис. 1. Общая схема очистки сточных вод

Общая схема очистки сточных вод с указанием основных технологических этапов, через которые проходят ОСВ представлена на рис. 1.

Среди методов утилизации осадков наиболее востребованным считается применение их в строительстве в качестве специфической добавки в состав строительной смеси. Осадки сточных вод используют в производстве керамзита, черепицы, кирпича, керамической плитки. Часто их добавляют к бетонам, а также при производстве цемента. Органические компоненты осадков сточных вод сжигаются в качестве вспомогательного топлива, а минеральные составляющие переходят в клинкер, превращаясь при этом в невымываемую форму и сохраняя эксплуатационные характеристики конечного продукта. Этот процесс также избавляет производство от лишней траты ресурсов.

Производство кирпича

Исследование содержащихся в водопроводном осадке химических элементов показало его пригодность в качестве добавки к сырью для производства кирпича. В 2009 г. были изучены московские заводы с целью разработки наиболее выгодного направления утилизации осадка при изготовлении кирпича. Были выбраны два менее удаленных (не далее 18 км) действующих предприятия, что собственно уже на данном этапе делало процесс прибыльным в соответствии с предварительными экономическими расчетами. На обоих заводах были проведены лабораторные исследования по использованию водопроводного осадка в качестве сырья. Сырьем для изготовления опытной партии кирпича стали: суглинки (58–71 % по объему при 20,1 % влажности), опилки (22–26 % по объему), шамот (2–3 % по объему) и водопроводный осадок (5–13 % по объему при влажности 78,8 %). Испытания произведенных кирпичей марки М100 на предел прочности показали, что характеристики прочности на изгиб и сжатие изменялись в пределах опытной партии от марки М75 до марки М125 в зависимости от первоначальных данных. Увеличение содержания осадка на более чем 7 % в объеме повышало гигроскопичность и расслоение, увеличивало количество местных трещин и снижало марку кирпича (рис. 2).

Следовательно, было доказано, что водопроводный осадок пригоден в качестве сырья для производства кирпича при добавке к сырью не более чем 7 % (по объему) обезвоженного осадка при 80 % влажности [2].

На рис. 2 показана общая технологическая схема производства керамического кирпича пластическим способом с наглядным изображением каждого этапа и указанием всех применяемых технических средств.

Производство цемента

Главными составляющими при производстве цемента являются: мел (известняк, мергель), глинистые материалы, шлак (керамзит). Исследования, проведенные одним из цементных заводов, показали, что при изготовлении цемента можно добавлять до 50 % (по сухому веществу) воздушно-сухого осадка. Однако для его использования в качестве компонента сырья для цемента необходимо было высушивание осадка до 50 % влажности, что делало процесс нерентабельным в то время (рис. 3).

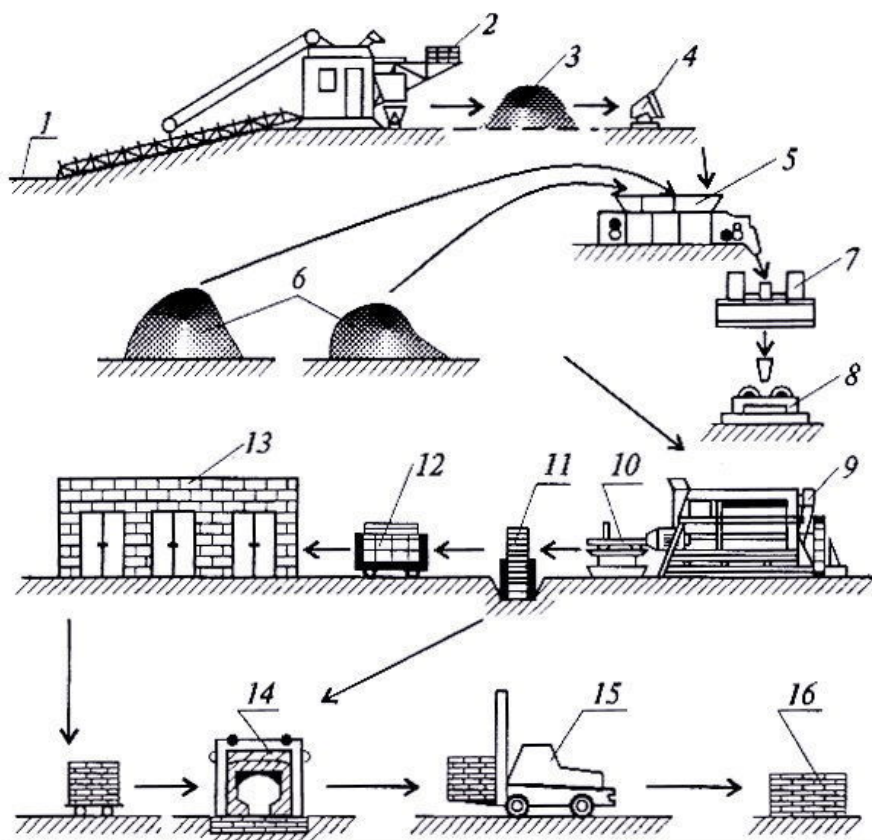


Рис. 2. Общая технологическая схема производства керамического кирпича: 1 – карьер глины; 2 – экскаватор; 3 – запасник глины; 4 – вагонетка; 5 – ящичный подаватель; 6 – добавки; 7 – бегуны; 8 – вальцы; 9 – ленточный пресс; 10 – резак; 11 – укладчик; 12 – тележка; 13 – сушильные камеры; 14 – туннельная печь; 15 – погрузчик; 16 – склад

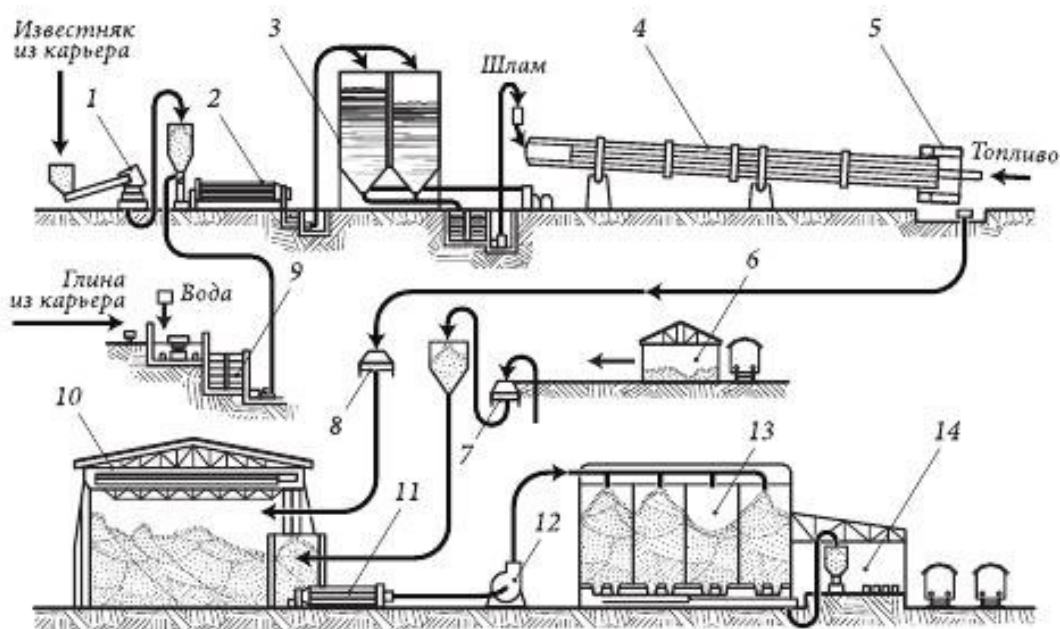


Рис. 3. Технологическая линия по производству цемента: 1 – дробилка; 2 – сырьевая мельница; 3 – шлам бассейны; 4 – вращающаяся печь; 5 – холодильник; 6 – склад гипса; 7 – дробилка для гипса; 8 – клинкерная дробилка; 9 – глиноболтушка; 10 – склад клинкера; 11 – цементная мельница; 12 – насос пневматический; 13 – силосы для цемента; 14 – упаковочная машина

Технологическая линия по производству цемента на примере производства портландцемента мокрым способом с указанием всех необходимых для этого механизмов показана на рис. 3.

Производство пеностеклогранулята

Разработана передовая технология производства пеностеклогранулята с внедрением водопроводного осадка и стеклянного лома, именуемого стеклобоя (рис. 4). Пеностеклогранулят – это пористый неорганический ячеистый материал, применяющийся при возведении жилых зданий, а также в промышленной теплоизоляции. Он характеризуется следующими особенностями: конструкционной устойчивостью, долговечностью, большим диапазоном температур, негорючестью, стойкостью к воздействию химических веществ, экологичностью. Объем добавляемого водопроводного осадка составляет до 20 % по объему [3].

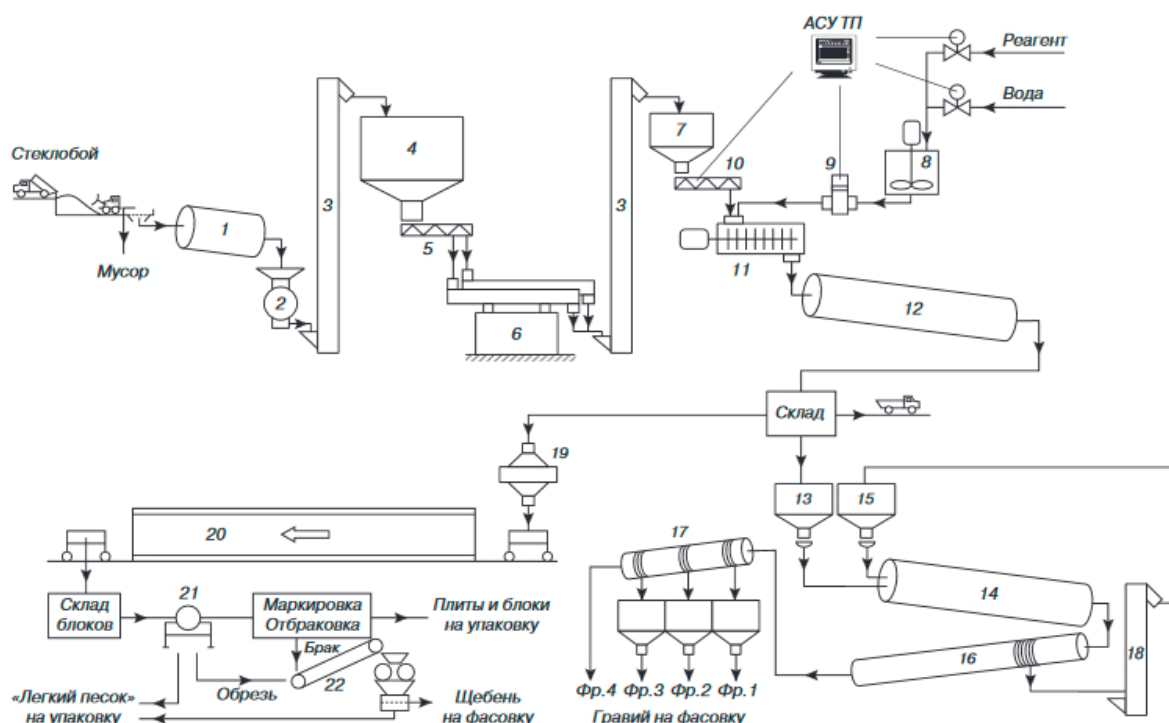


Рис. 4. Технологическая схема производства пеностекла

Технологическая схема производства пеностекла с внедрением водопроводного осадка и стеклобоя представлена на рис. 4.

Известно применение осадка в дорожном строительстве для насыпки дорожного полотна и разработки нескольких видов асфальтобетонных смесей. При этом можно отметить следующие преимущества [4]:

- предлагаемый способ переработки позволяет вовлекать отходы с большой грузоподъемностью в сферу крупнотоннажного промышленного производства;
- перевод осадков сточных вод из категории отходов в категорию сырья обуславливает их потребительскую стоимость – отход приобретает определенную ценность;

– в плане защиты окружающей среды отход IV класса опасности размещается в дорожном полотне, асфальтобетонное покрытие которого соответствует IV классу опасности;

– для производства 1 м³ асфальтобетонной смеси можно утилизировать до 200 кг сухого осадка сточных вод в качестве заменителя минерального порошка с получением материала, отвечающего нормативным требованиям к асфальтобетону;

– экономический результат от принятого способа переработки имеет место как в сфере дорожного строительства (снижение стоимости асфальтобетона), так и для предприятий водоканала (предотвращение платежей за размещение отходов и др.);

– в данном способе утилизации осадка сточных вод согласуются технологический, экологический, экономический и правовой аспекты.

Выводы

Полученные биоматериалы в ходе утилизации осадка с очистных сооружений используют в производстве строительной керамики и материалов, также применяют в дорожном строительстве.

Использование избыточного активного ила в строительстве экономически эффективно и позволяет утилизировать компоненты, загрязненные тяжелыми металлами и токсинами. Недостатком данного способа является невозможность его использования в качестве единственного метода переработки, а также возможность негативного влияния составляющих смеси на здоровье человека с течением времени.

Список литературы

1. Свалова, М. В. Математическое моделирование процесса перемешивания субстрата при анаэробном сбраживании в реакторе / М. В. Свалова, Е. А. Кононова, А. М. Непогодин // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. – № 1. – С. 15–18.

2. Справочник эколога. – 2015. – № 8. – URL: https://www.profiz.ru/eco/8_2015/osadki/ (дата обращения: 30.11.2020).

3. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: монография / Ю. В. Воронов. – Москва : АСВ, 2009. – 560 с.

4. Проблемы и решения. – URL: https://istina.msu.ru/media/publications/article/63a/774/10905579/voda-97_Nataliya_Schegolkova.pdf (дата обращения: 30.11.2020).

И. И. Теплякова, магистрант, sankareja@mail.ru
Ю. В. Ложкин, кандидат технических наук, доцент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Возможности использования вспененных материалов в дизайне предметов интерьера

Внедрение в дизайн материалов, ранее используемых лишь в промышленных целях, происходит постоянно. Сегодня в качестве сырья для заготовок декоративных изделий используются пеноматериалы. Они экономически превосходят многие материалы, просты в обработке и обладают малым весом. При сочетании легкообрабатываемых заготовок из пенопласта и прочного покрытия можно создавать технологичные, функциональные и долговечные предметы интерьера. Получение форм из пенопласта открывает дизайнерам новые возможности, а для производства требуется минимальное количество времени и оборудования.

Ключевые слова: пеноматериалы; полимочевина; пенопласт; интерьер.

На сегодняшний день набирает популярность применение пеноматериалов в декоративных изделиях. Хотя материалы чаще используется в тепло- и звукоизоляционных конструкциях и в качестве упаковочных наполнителей, их низкая стоимость, малый вес и легкость обработки обуславливают возрастающий спрос в других сферах.

Из пенопласта изготавливают различные колонны, балясины, витиеватые орнаменты и объемные надписи. На рис. 1 показаны свадебные декоративные изделия, выполненные из пенопласта [1].

Существуют и более сложные фигуры. Скульптуры животных, муляжи предметов быта, арт-объекты – все это можно получить обработкой пеноматериалов.



а



б

Рис. 1. Свадебные декоративные изделия из пенопласта:
а – арка из колонн; б – объемные буквы

Наиболее распространенные пенопласты — это полиуретан (эластичный, жесткий и интегральные пенопласты), полистирол и вспененный полиэтилен. Эластичные пенопласты получили широкое применение благодаря их высокой ударной вязкости. Они используются в качестве набивочного материала и в подушках для мебели. Полужесткие применяются для облицовки дверей. Рассмотренные варианты пенопластов различаются по плотности, твердости. В зависимости от желаемой поверхности и прочности, все они подходят для получения заготовок. Неблагоприятные стороны изделий из пенопласта — это горючесть, гигроскопичность и главным образом хрупкость [2].

В качестве исходной заготовки используются 3D-модели. Пример 3D-визуализации в программе СРП-3221 показан на рис. 2.

Отрицательными сторонами работы с ЧПУ-станками являются сложность или невозможность изготовления тонких деталей и подгонка 3D-моделей под особенности установки блока пенопласта и его резания. На рис. 3 изображены дефекты при обработке деталей поплавок.

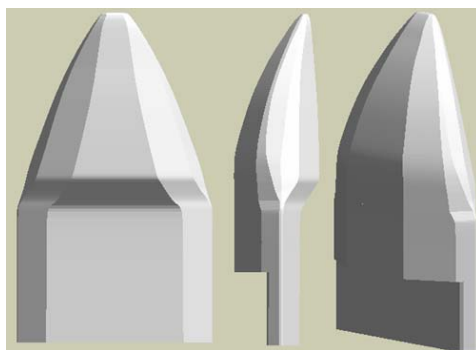


Рис. 2. 3D-визуализация детали поплавок в программе СРП-3221



а



б



в



г

Рис. 3. Дефекты при обработке деталей тестовой модели поплавок из пенопласта плотностью 10 кг/м^3 на станке СРП-3221: а – смещение линии реза из-за неправильной установки опорной «ножки»; б – вырыв зерен пенопласта; в – смещение линий реза; г – «ножка» на скругленном месте

Для увеличения прочности наружной поверхности деталей используют защитные покрытия, такие как шпаклевка, грунт, однако они не подходят для больших механических нагрузок, а в отдельных случаях не пригодны для нахождения в агрессивных средах.

Особое внимание стоит уделить полимерным покрытиям, например, полимочевине. Она обладает высокой прочностью, сопротивляется коррозии и образует водонепроницаемую пленку [3].

Покрытие наносится при помощи установки «71-Профи-Т», предназначенной для напыления полиуретана и полимочевины (рис. 4) [4].



Рис. 4. Установка «71-Профи-Т»

Установка вмещает до 30 кг сухой массы, норма расхода – $1,7 \text{ кг/м}^2$. Покрытие равномерно распределяется по изделию и контролируется с высокой точностью. Быстрое высыхание полимера (15–25 сек) обуславливает отсутствие брака в виде подтеков и наплывов. Возможно добавления колеров при подготовке смеси.

Лакокрасочные материалы из полиуретана выдерживают агрессивные среды, они эластичны и быстро высыхают. В основном их применяют в авиа- и судостроении, где необходима защита от влаги.

Для придания более гладкой глянцевой поверхности возможно использование порозаполнителей с последующим нанесением бесцветного покрытия.

Для изготовления деталей наиболее подходящими являются станки для резки пенопластов – СРП (рис. 5).

На вращающийся стол устанавливается блок из пенопласта, вокруг него проходит струна, нагреваемая под напряжением. Примеры обработки изделий изображены на рис. 6, а, б.

Станки с ЧПУ позволяют изготавливать разнообразные по форме детали, преимущественно многогранные, т. к. резание выполняется натянутой струной. В случае получения более сложных форм поверхность требует дополнительной обработки – шлифования острых граней.



а



б

Рис. 5. Станок СРП-3221: *а* – схема стола; *б* – фото стола [5]



а



б

Рис. 6. Изделия из пенопласта, выполненные на станке СРП-3221:
а – мороженое; *б* – балясина

В дизайне художественно-промышленных изделий учитываются технологические возможности оборудования, появляется возможность получения необычных форм. Предметы интерьера, подходящие для изготовления из пеноматериалов, будут следующими:

- предметы, которые можно представить в виде одной или нескольких монолитных деталей;
- декоративные скульптуры (напольные, настольные), а также вазы;
- перегородки, настенные панно и 3D-панели.

Примеры форм изделий показаны на рис. 7, *а–е*.

Разнообразие форм, получаемых из вспененных материалов, увеличивает возможности дизайнеров. Технология с использованием пеноматериалов ускоряет производство, благодаря прочному покрытию становится возможно добавлять долговечные и функциональные предметы интерьера. Напылением полимочевиной достигается прочное покрытие за минимальное время. Технология использования пеноматериалов и полимерных покрытий актуальна с точки зрения серийного производства.



а



б



в



г



д

Рис. 7. Предметы интерьера: а – кресло и табулет; б – журнальный стол; в – комплект кресел и журнального столика; г – скульптура в виде абстракции; д – настенные 3D-панели

Список литературы

1. Фигуры из пенопласта // SSPENOPLAST : сайт. – 2020. – URL: <https://ssp-enoplast.ru> (дата обращения: 08.10.2020). – Текст электронный.
2. Основные методы получения пеноматериалов. – 2016. – URL: http://www.ozonprogram.ru/upload/files/r/ruk/11_rukovodstvo_unido.pdf (дата обращения: 27.09.2020). – Текст электронный.
3. Характеристики полимочевины / RMNT.RU. Строительство. Ремонт. Дом и дача : сайт. – URL: <https://www.rmnt.ru/story/isolation/polimochevina-revoljutsija-vgidroizoljatsii-ili-ocherednoy-mif.623333/> (дата обращения: 25.02.2019). – Текст электронный.
4. Установка Прогресс 71-Профи-Т // ПрогрессПромКомплекс. – URL: <http://www.progress-pk.ru/oborudovanie/dlja-napylenija-ppu/progress-71-profi/> (дата обращения: 12.10.2020). – Текст электронный.
5. Станок СРП-3221 «МаксиУниверсал» // Станки для резки пенополистирола. – URL: <https://www.3dpenoplast.ru/srp-3221> (дата обращения: 12.10.2020). – Текст электронный.

М. С. Усатова, магистрант, m.usatova2014@yandex.ru
Е. Л. Чазов, аспирант
О. Л. Симченко, старший преподаватель
С. А. Мохначев, кандидат экономических наук, доцент
В. П. Грахов, доктор экономических наук, профессор, ректор
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Цифровые технологии в сфере обучения персонала

В рамках данной статьи рассматривается взаимосвязь индустриальных компаний с образовательными учреждениями на примере ПАО «НК «Роснефть» и ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, а также влияние низкой квалификации персонала на образование брака в процессе трудовой деятельности. Методом тестирования изучены основные пути повышения квалификации сотрудников. Установлены цель и задачи проекта, направленные на раскрытие потенциала использования VR-технологий.

Ключевые слова: отказ ГНО; повышение компетентности; пирамида обучения Эдгара Дейла; VR-технологии; Unite.

С целью формирования образовательной траектории для решения наиболее актуальных прикладных задач возникает необходимость вовлечения индустриальных партнеров в научно-образовательные программы [1]. Проведение данного исследования обусловлено сотрудничеством ИжГТУ имени М. Т. Калашникова и нефтяной компании «Роснефть». На базе ПАО «НК «Роснефть» при строительстве и обустройстве нефтяных скважин зафиксирована статистика отказов глубинно-насосного оборудования (ГНО) [2]. Помимо корневых проблем, которые кроются в организационных причинах, значительна доля отказов ГНО по вине персонала.

Доля отказов по вине персонала, в первую очередь, связана с низкой квалификацией сотрудников, из-за этого образуется брак, который можно разделить на 4 составляющие [3]:

- брак при освоении скважин (15 %),
- брак в подборе оборудования (30 %),
- брак при выводе на режим (25 %),
- брак эксплуатации (30 %).

Учитывая данные факторы, потери по «НК «Роснефть» за 2018 г. составили 73 млн руб.

Как следствие, формируется основополагающая цель данной работы: повышение компетентности персонала с применением цифровых технологий виртуальной реальности. Осуществление установленной цели проектирует решение следующих задач:

1. Поиск максимально эффективного средства обучения персонала.
2. Формирование структуры процесса обучения и ресурсной базы.
3. Оценка экономической целесообразности инвестиционного бизнес-проекта по обучению персонала с применением VR-технологий.

Первостепенно выявлены целевые группы обучающихся, их потенциальное количество и динамика вовлеченности на протяжении реализации проекта (табл. 1).

Таблица 1. Целевые группы обучающихся бизнес-проекта на территории УР

№ п/п	Целевые группы обучающихся	Количество занятых в отрасли	Потребность в обучении за 5 лет	Потенциальный рынок ИжГТУ (за 5 лет)	Потребность в обучении за 1 год
1	Представители строительных и нефтегазовых организаций	90 630 чел. (6,9 % от 761,4 тыс. чел.)	38 064 чел. (42 %)	19 032 чел. (50 % × 38 064)	3806 чел. (20 % × 19 032)
2	Представители сферы ЖКХ	17 070 чел. (3,3 % от 761,4 тыс. чел.)	7170 чел. (42 %)	3585 чел. (50 %)	717 чел. (20 %)

Прежде всего, это персонал, возрастной отрезок которого начинается с 18 лет и заканчивается пенсионным возрастом. Далее авторами изучен и поставлен рейтинг конкурентам инвестиционного бизнес-проекта в табл. 2, которые по существу могут соперничать по нескольким параметрам в предоставлении данной услуги [4].

Таблица 2. Описание конкурентов

№ п/п	Характеристика	Значимость фактора	Уральский научный центр	МВЕУ	УдГУ	ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
1	Дистанционная форма обучения	0,2	0	4	5	5
2	Рейтинг вузов Удмуртии	0,1	0	3	4	5
3	Непрерывная система образования по учебному заведению	0,1	0	1	2	5
4	Содержание и организация курса по критерию «Инновации»	0,3	1	3	2	5
5	Цена обучения (1 обучающийся)	0,3	4	5	5	4
ИТОГО – показатель конкурентоспособности услуги (max – 5)		1,0	1,5	3,5	3,7	4,7

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что ИжГТУ имени М. Т. Калашникова имеет наибольший показатель по конкурентоспособности вузов. В рамках университета раскрывается возможность использования класса кафедры «Промышленное и гражданское строительство» *ВМ*-технологий для реализации обучения персонала с использованием *VR*-технологий, с привлечением профессоров, кандидатов наук и старших преподавателей института.

Согласно проведенному опросу на базе «НК «Роснефть», получена информация об основных путях повышения квалификации сотрудников [5]: 20 % рабочего персонала занимаются самообразованием, 20 % – проходят обучение в учебных центрах, 30 % повышают квалификацию с внеплановых инструктажей и еще 30 % посредством интерактивных классов на производстве.

На основе пирамиды обучения Эдгара Дейла выявлен процент освоения информации в соответствии с уровнем абстракции (рис. 1).



Источник: составлено авторами

Рис. 1. Пирамида обучения Эдгара Дейла

Чтение и лекции позволяют обучающемуся персоналу определять, перечислять и описывать. Аудиовизуализация и демонстрация – применять и выполнять. Обсуждение и практика – анализировать, разрабатывать и оценивать.

На протяжении 2019–2020 гг. ПАО «НК «Роснефть» реализовала концепцию Дейла на платформе своей компании, начиная с чтения и лекций, детально изучая обучающие видео, закрепляя наблюдением и взаимодействием на производстве, акцентируя основное внимание на имитации выполнения реального действия (например, запуск станка-качалки) с использованием виртуального тренажера.

Авторы проекта создают компьютерные модели трехмерного обучения, объединенных в программу ЭВМ, на основе программного обеспечения *Unite*. Используя 3D-очки и данное приложение *Unite*, обучаемый погружается в среду, которая позволяет решать задачи и видеть детально все механизмы. Происходит превращение процесса обучения в компьютерную игру.

При таких обстоятельствах в качестве преимуществ использования виртуальных технологий для обучения выделяются:

1. Возможность моделирования любых производственных ситуаций.
2. Возможность отработки производственных навыков максимально оперативно.
3. Универсальное оборудование для обучения персонала.
4. Максимальное увлечение и наглядность в реальный процесс строительства.
5. Отсутствие риска для здоровья и жизни.

Привлекая школьников и студентов, выявляют основные преимущества использования интерактивных классов обучения; 100 % учеников Роснефть-класса в Ижевске справились с запуском станка-качалки в виртуальном тренажере, что повлекло за собой повышение эффективности в работе с современным поколением сотрудников в строительной и нефтегазовой отрасли.

Занимаясь поставленным вопросом, с 2019 г., рассчитан экономический эффект внедрения, включая подсчет затрат (табл. 3).

$$\Theta_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T P_t - \sum_{t=1}^T Z_t, \quad (1)$$

где Θ_{Σ} – суммарный экономический эффект; $\sum_{t=1}^T P_t$ – ежегодное снижение затрат; $\sum_{t=1}^T Z_t$ – итоговые затраты.

Таблица 3. Реализация инвестиционного бизнес-проекта

№ п/п	Денежные обороты	Продолжительность реализации, год				
		2019	2020	2021	2022	2023
1	Разработка тренажера с комплексом ПО, тыс. руб.	10 250	–	10 000	–	10 000
2	Закуп оборудования, тыс. руб.	900	–	–	–	900
3	Затраты на техническую поддержку, тыс. руб.	500	150	150	150	150
4	Итоговые затраты, тыс. руб.	11 650	150	10 150	150	11 650
5	Ежегодное снижение затрат на проведение ТРС (текущий ремонт скважин), тыс. руб.	16 420	18 420	29 160	35 160	49 150
6	Суммарный экономический эффект, тыс. руб.	4770	18 270	19 010	35 010	37 500

Как показывают данные, окупаемость проекта осуществляется в первый же год. Информационную базу исследования составили финансово-экономическая, бухгалтерская и статистическая отчетность предприятия ПАО «НК «Роснефть».

На пути реализации проекта рассматриваются основные риски и меры их предотвращения [6]. Один из самых главных рисков: выделяется нехватка объемов финансирования, решением которого послужит привлечение грантов. Несвоевременная оплата обучения может привести к заключению договоров

с обязательным условием предварительной оплаты. Отсутствие программ, удовлетворяющих индивидуальные потребности, к разработке авторских программ. Риск неэффективной организации учебного процесса исключается проведением конкурсов/тендеров по выбору разработчиков учебного процесса. Неудовлетворенность персонала процессом обучения уменьшает свое влияние открытием форума «Вопрос-ответ».

Проводя апробацию информации по повышению компетентности персонала с применением цифровых технологий виртуальной реальности на базе «НК «Роснефть», приходим к следующим выводам:

1. После реализации проекта повысилась компетентность персонала и культура производства.

2. Вследствие снижения количества отказов увеличился суммарный экономический эффект.

3. Снизилось количество отказов оборудования по вине персонала.

4. Повысилась заинтересованность молодого поколения, занятого в строительной и нефтегазовой отрасли.

Список литературы

1. *Грахов, В. П.* Качество образования через профессиональное взаимодействие / В. П. Грахов, Ю. Г. Кислякова // Технические университеты: интеграция и европейскими и мировыми системами образования : материалы V Международной конференции. – Ижевск : Издательство ИжГТУ, 2012. – С. 166–170.

2. *Чазов, Е. Л.* Развитие методического инструментария по реинжинирингу объектов наземной инфраструктуры нефтегазодобывающего предприятия / Е. Л. Чазов, В. П. Грахов, О. Л. Симченко // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VIII Международной конференции. – Том 2. – Ижевск : Издательство ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. – С. 422–427.

3. *Тарануха, Н. Л.* Дополнительное образование инженерных кадров // Проблемы и достижения строительного комплекса : труды Международной научно-технической конференции «Стройкомплекс – 2013». – Ижевск : Издательство, 2013. – С. 340–345.

4. *Положенцева, И. В.* Дистанционное образование в аспекте повышения конкурентоспособности вузов на рынке отечественных образовательных услуг // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки. – 2017. – Том 11. № 3. – С. 89–90.

5. *Перминова, О. М.* Алгоритм оптимизации формирования профессиональных компетенций в инновационной экономике / О. М. Перминова, Р. В. Файзуллин // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 2. – С. 1–9.

6. *Мохначев, С. А.* Развитие цифровой экономики и образование // Фотинские чтения : сборник материалов Четвертой ежегодной международной научно-практической конференции. – Ижевск, 2017. – № 2 (8). – С. 7–10.

Р. В. Файзуллин, доцент, rf85@mail.com, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Д. А. Поздеев, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
Ш. Херинг, соискатель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
И. И. Чиченков, соискатель, Ижевская ГСХА

Направления анализа причинно-следственных связей между временными рядами

В статье рассмотрены современные направления использования результатов анализа временных рядов в части выявления в них причинно-следственных связей. Проанализированы и описаны перспективные направления этого процесса, которые включают следующие необходимые элементы: наглядность и простота представления причинно-следственных предположений; перепроверка и контроль смещений; алгоритмизация получения альтернативных сценариев; анализ медиации и оценка прямых и косвенных эффектов; адаптивность, внешняя достоверность (воспроизводимость) и зависимость от выборки; восстановление недостающих данных. Определена роль аналитика в этих процессах и перспективы их автоматизации.

Ключевые слова: временной ряд, машинное обучение, искусственный интеллект, причинно-следственная связь, причинность по Грейнджеру.

Одним из признаков новой промышленной революции можно считать процессы автоматизации и цифровизации [1]. Повсеместно находят свое применения методы искусственного интеллекта, машинного обучения, Интернета вещей (IoT), облачные технологии, робототехника, Big Data, Data Mining и т. п. Современные объемы информации и необходимая скорость и важность быстроты получения результатов объясняют актуальность развития новых методов обработки данных.

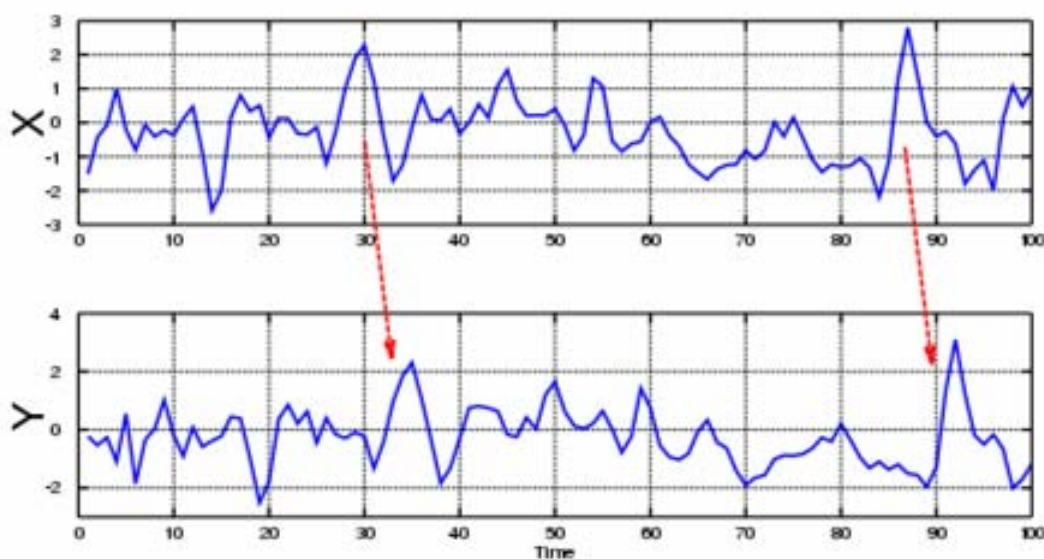
Данные в виде временных рядов распространены повсеместно и их анализу уделяется много внимания и в технике, и в экономике, и в медицине, и т. п. Одной из современных тенденций развития анализа временных рядов является использование искусственного интеллекта [1, 2]. Важным направлением анализа является выявление причинно-следственных связей. В эконометрике наиболее популярной концепцией причинности является причинность по Грейнджеру [3]. Это связано, прежде всего, с ее относительной простотой, а также с относительной легкостью определения ее на практике [4, 5].

Рассмотрим некоторые направления анализа причинно-следственных связей между временными рядами, выделяемые на современном этапе [6]:

– Наглядность и простота представления причинно-следственных предположений.

Задача кодирования предположений в компактной и удобной для использования форме не является тривиальной, особенно когда аналитик серьезно относится к требованию наглядности. Помимо наглядности необходимо помнить,

что ясное и простое представление позволяет аналитикам определить, являются ли предположения правдоподобными (на научной основе). Качественно представленные предположения с имеющимися данными должны способствовать оценке их полезности. Современные достижения в области графических моделей сделали возможным наглядное и компактное представление данных. Их прозрачность естественным образом проистекает из того факта, что все допущения качественно кодируются в графической форме, отражая то, как исследователи воспринимают причинно-следственные связи в предметной области; суждения о статистических зависимостях не требуются, поскольку такие зависимости могут быть считаны с графика.



Пример графического представления данных временных рядов с наглядной причинно-следственной зависимостью

Использование машинного обучения для автоматизации выявления или анализа причинно-следственных связей между временными рядами достаточно популярны на современном этапе. Рост вычислительных мощностей позволяет анализировать все большие объемы данных, в том числе многомерные временные ряды с большим количеством рядов и уровней ряда. Современные программные продукты не анализируют многомерные временные ряды на наличие причинности по Грейнджеру между временными рядами в автоматическом режиме. Оператор системы должен самостоятельно подбирать параметры модели и проверять соответствующие статистические гипотезы, то есть приходится попарно сравнивать временные ряды, что при большом количестве временных рядов может быть трудным процессом [1].

– Перепроверка и контроль смещений. Смещение или наличие ненаблюдаемых причин двух или более переменных, долгое время считавшихся главным препятствием для вывода причинных выводов из данных, было решено с помощью критерия «back-door» [7].

– Алгоритмизация получения альтернативных сценариев. Одним из главных достижений современной работы над причинностью является формализация рассуждений об альтернативах в рамках графического представления, того самого представления, которое исследователи используют для кодирования научного знания. Каждая модель структурного уравнения определяет «истинность» каждой альтернативы. Таким образом, алгоритм может определить, можно ли оценить вероятность предложения на основе экспериментов и анализа наблюдений или их комбинации [8].

Особый интерес в последнее время вызывает обратная постановка вопроса о причинно-следственных связях. Например, насколько вероятно, что «причина» была необходимой (или достаточной) для «следствия».

– Анализ медиации и оценка прямых и косвенных эффектов. Анализ медиации касается механизмов, которые передают изменения от причины к ее последствиям. Идентификация такого промежуточного механизма необходима для выработки объяснений, и для облегчения этой идентификации необходимо прибегнуть к анализу альтернатив. Появились алгоритмы оценки прямых и косвенных эффектов от данных или экспериментов [9]. Типичный запрос, вычисляемый с помощью этих алгоритмов, звучит так: какая доля влияния X на Y опосредована переменной Z ?

– Адаптивность, внешняя достоверность (воспроизводимость) и зависимость от выборки. Обоснованность каждого экспериментального исследования ставится под сомнение, если есть риск несоответствия данных в экспериментальных и реальных условиях. Нельзя ожидать, что машина, обученная в одной среде, будет хорошо работать при изменении условий окружающей среды, если только эти изменения не локализованы и не идентифицированы. Эта проблема и ее различные проявления хорошо известны исследователям искусственного интеллекта.

– Восстановление недостающих данных. Проблемы из-за отсутствия данных преследуют все отрасли экспериментальной науки [10]. Респонденты не отвечают на каждый вопрос анкеты, датчики выходят из строя по мере ухудшения погодных условий, а пациенты часто выпадают из клинического исследования по неизвестным причинам. Богатая литература по этой проблеме тесно связана с безмодельной парадигмой ассоциативного анализа и, соответственно, строго ограничена ситуациями, когда «отсутствие» происходит случайным образом; то есть независимо от значений, принятых другими переменными в модели. Используя же хорошие причинно-следственные модели процесса, мы можем формализовать условия, при которых причинно-следственные и вероятностные связи могут быть восстановлены из неполных данных, и всякий раз, когда эти условия выполняются, воспроизводить последовательную оценку желаемой связи.

Таким образом, в статье проанализированы и описаны перспективные направления процесса выявления и анализа причинно-следственных связей во временных рядах, которые включают следующие необходимые элементы: наглядность и простота представления причинно-следственных предположений;

перепроверка и контроль смещений; алгоритмизация получения альтернативных сценариев; анализ медиации и оценка прямых и косвенных эффектов; адаптивность, внешняя достоверность (воспроизводимость) и зависимость от выборки; восстановление недостающих данных. Определена роль аналитика в этих процессах и перспективы их автоматизации.

Список литературы

1. *Файзуллин, Р. В.* Перспективы автоматизации выявления причинно-следственных связей между финансовыми временными рядами // Наука и инновации XXI века : сборник статей по материалам V Всероссийской конференции молодых ученых. – В 3 т. – 2018. – С. 56–59.
2. *Тормозов, В. С.* Структурная оптимизация персептрона с помощью аппарата эволюционного моделирования для задачи прогнозирования значений временных рядов / В. С. Тормозов, А. Л. Золкин, К. А. Василенко // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2020. – № 8. – С. 40–45.
3. *Эконометрия* / В. И. Суслов, Н. М. Ибрагимов, Л. П. Талышева, А. А. Цыплаков. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2005. – 744 с.
4. *Коловертнов, Р. А.* Моделирование причинно-следственной связи между ценами на лом черных металлов и ценой на сталь / Р. А. Коловертнов, Р. В. Файзуллин // Математические модели и информационные технологии в организации производства. – 2012. – № 2 (25). – С. 90–96.
5. *Файзуллин, Р. В.* Управление контрактными отношениями на рынке лома черных металлов: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Удмуртский государственный университет. – Ижевск, 2010. – 168 с.
6. *Judea Pearl.* The seven tools of causal inference, with reflections on machine learning Communications of the ACM. 2019. Vol. 62, No. 3 doi.org/10.1145/3241036.
7. *Bareinboim, E. and Pearl, J.* Causal inference and the data-fusion problem. Proceedings of the National Academy of Sciences 113, 27 (2016), 7345–7352. doi.org/10.1073/pnas.1510507113.
8. *Shpitser, I. and Pearl, J.* Complete identification methods for the causal hierarchy. Journal of Machine Learning Research 9 (2008), 1941–1979.
9. *VanderWeele, T.J.* Explanation in Causal Inference: Methods for Mediation and Interaction. Oxford University Press, New York, 2015. doi.org/10.1080/17470218.2015.1115884.
10. *Чазов, Е. Л.* Стратегическая модель оптимизации потока наличности, используемая при управлении эффективностью промышленного предприятия в условиях изменений факторов внешней среды / Е. Л. Чазов, В. П. Грахов, О. Л. Симченко // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 8. – С. 127–130.

Разработка программно-вычислительного комплекса моделирования движения гексакоптера при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками

Анализ модели управления гексакоптером при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками, которые вызывают возникновение серьезных помех при движении гексакоптера. Наконец, представлен числовой пример, демонстрирующий возмущения с марковскими скачками, полученные с помощью MATLAB Toolbox.

Ключевые слова: линейные стохастические системы; марковские скачки; системы с марковскими переключениями; гексакоптер.

Введение

Стохастические системы с марковским скачками – это новый тип стохастических систем, которые интенсивно изучаются в последние годы и являются новым направлением, в котором комплексно исследуются информация от объекта управления и процессы робастного управления при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками. В современной теории случайных процессов широкое распространение получили модели с марковскими скачкообразными параметрами, которые описывают широкий класс реальных систем (беспилотные летательные аппараты, объекты энергетики и т. п.).

Моделями с марковскими скачкообразными параметрами описывается широкий класс реальных систем [1]. В этих моделях предполагается, что смена структуры системы осуществляется в соответствии с эволюцией марковской цепи с конечным пространством состояний. Решению различных задач управления и оценивания для таких систем посвящено значительное количество работ [2–5].

Математическое моделирование динамики таких систем проводится с помощью стохастических дифференциальных уравнений. Основы теории стохастических дифференциальных уравнений были заложены в работах К. Ито, Р. Л. Стратоновича, И. И. Гихмана, А. В. Скорохода, D. Williams, R. S. Bucu, A. Friedman и др. в пятидесятых годах прошлого века. В современной теории случайных процессов широкое распространение также получили модели, параметрами которых являются однородные марковские цепи с конечным числом состояний. Такое описание объекта управления оказалось наиболее полным, поскольку однородная марковская цепь несет информацию о режиме (или структуре) объекта в данный момент времени, а фазовый вектор описывает его

состояние в данном режиме. В отечественной литературе описанные системы называют системами со случайной структурой, а в западной литературе распространен термин «системы со скачками» (jump systems). Создана виртуальная модель гексакоптера с установленным манипулятором для проведения виртуальных экспериментов. Разработана математическая модель управления динамикой гексакоптера при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками.

Основная часть

Рассмотрим системы ориентации и высоты гексакоптера следующим образом [6] (рис. 1, 2):

$$\dot{h}(t) = v(t), \quad (1)$$

$$m\dot{v}(t) = F(t, \eta(t)). \quad (2)$$

Уравнения кинематики

$$\dot{\eta} = H(\eta)w. \quad (3)$$

Уравнения вращения гексакоптера:

$$J\dot{w} = -w \times Jw + M, \quad (4)$$

где h и v – высота и скорость по оси z , $\eta = [\varphi, \theta, \psi]^T$ – углы φ – крена, θ – тангажа, ψ – рыскания, $w = [p \ q \ r]^T$ – угловая скорость, m – масса, J – матрица инерции, $F(t, \eta(t))$ – сумма внешних сил, M – сумма внешних моментов, $H(\eta)$ – матрица:

$$H(\eta) = \begin{bmatrix} 1 & \sin \varphi \tan \theta & \cos \varphi \tan \theta \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi \sec \theta & \sin \varphi \sec \theta \end{bmatrix}. \quad (5)$$

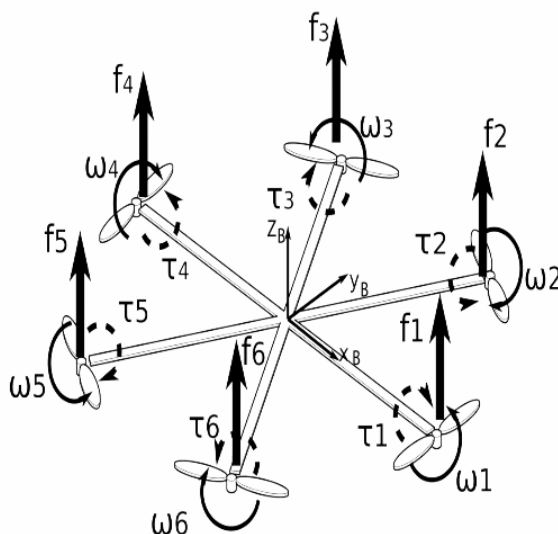


Рис. 1. Схема гексакоптера

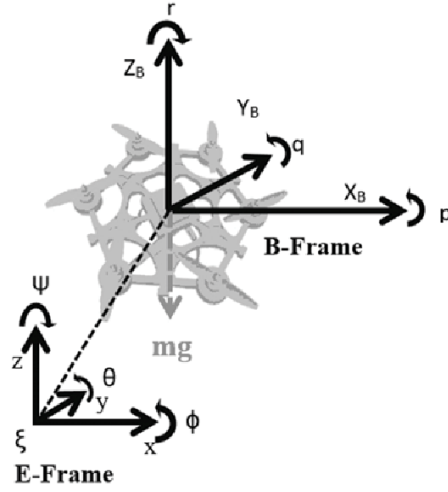


Рис. 2. Системы координат

$F(t, \eta)$ – сумма внешних сил по оси Z , которая отображается как

$$F(t, \eta) = \cos \phi \cos \theta F_w - mg + d_1(t) + G_1 \xi(t), \quad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, F_w – общая сила подъема гексакоптера равна: $F = \sum_{i=1}^6 |F_i|$, F_i – тяга, создаваемая пропеллером i (рис. 3)

$$F_w = C_b^n \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F \end{bmatrix}_B = \begin{bmatrix} (c\phi c\psi s\theta + s\phi s\psi)F \\ (c\phi s\theta s\psi - s\phi c\psi)F \\ (c\phi c\theta)F \end{bmatrix}_E. \quad (7)$$

$G_1 \xi(t)$ – случайные силы и $G_1 = m$ – масса гексакоптера, вызванные белым шумом $\xi(t)$:

$$\xi(t) = \frac{d\mu(t)}{dt}. \quad (8)$$

$\mu(t)$ – стохастический процесс броуновского движения.

Сумма внешних моментов

$$M(t) = T(t) + d_2(t) + G_2 \xi(t), \quad (9)$$

где $T(t)$ – управляющий входной момент, $G_2 \xi(t)$ – случайные моменты, вызванные белым шумом $\xi(t)$, $G_2 = J$ – момент инерции.

Этот случайный модельный шум генерируется при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками. $d_1(t) \in \mathbb{R}$, $d_2(t) \in \mathbb{R}^3$ – сила и моменты возмущения и обозначаются $d(t) = (d_1(t) \ d_2(t))^T$, которые описаны как [7]:

$$\begin{aligned} d(t) &= W(r_t) \bar{w}(t), \\ \dot{\bar{w}}(t) &= M(r_t) \bar{w}(t) dt + E(r_t) \delta(t). \end{aligned} \quad (10)$$

$\bar{w}(t)$ – это внутренняя переменная; $\delta(t)$ – ограниченное неслучайное возмущение; $W(r_t), M(r_t), E(r_t)$ – известные параметры; $\{r_t; t \geq 0\}$ – цепь Маркова с непрерывным временем.

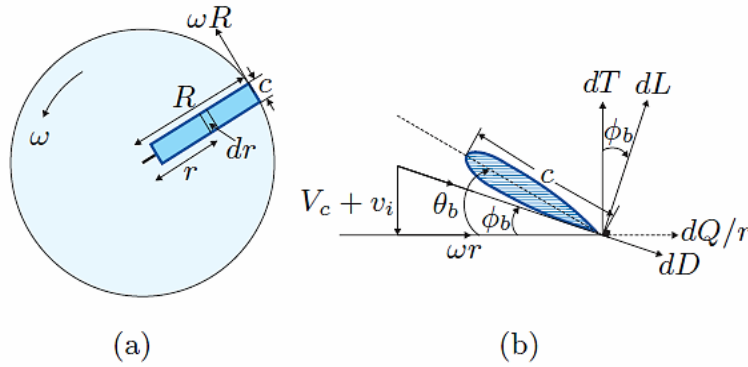


Рис. 3. Тяга, создаваемая пропеллером

Процесс $\{r_t\}$ принимает значение в конечном множестве $S = \{1, 2, \dots, N\}$, матрица интенсивностей перехода $\Pi = (\pi_{ij})_{N \times N}$ [8]

$$P(r(t+h) = j | r(t) = i) = \begin{cases} \pi_{ij}h + o(h), & i \neq j, \\ 1 + \pi_{ii}h + o(h), & i = j. \end{cases} \quad (11)$$

$h > 0, \lim_{h \rightarrow 0} \frac{o(h)}{h} = 0, \pi_{ij} \geq 0 \ (i, j \in S, i \neq j)$ – интенсивность перехода из состояния i в j , $\pi_{ii} = -\sum_{j \neq i} \pi_{ij}$ для всех $i \in S$.

Обратите внимание, что случайное возмущение $\xi(t)$ принимается за белый шум. Тогда системы ориентации и высоты гексакоптера представлены в виде стохастической системы:

$$\begin{aligned} dx_1(t) &= f_1(x_1) x_2 dt, \\ dx_2(t) &= (f_2(x_2) + g(t) + Jd(t))dt + JGd\mu(t), \end{aligned} \quad (12)$$

где

$$\begin{aligned} x_1(t) &= (h(t) \ \eta(t)), \ x_2(t) = (v(t) \ w(t)), \\ u(t) &= (u_1(t) \ T(t)), \ u_1(t) = \cos \phi(t) \cos \theta(t) F_w - mg, \\ f_1(x_1) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & H(\eta) \end{pmatrix}, \ f_2(x_2) = \begin{pmatrix} 0 \\ -J^{-1}w \times Jw \end{pmatrix}, \ g(t) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & J^{-1} \end{pmatrix}, \ G = \begin{pmatrix} G_1 \\ J^{-1}G_2 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Параметры системы

Возмущения (10) переключаются между двумя динамическими подсистемами с параметрами марковского скачка $S = \{1, 2\}$.

Матрица интенсивностей перехода

$$\Pi = \begin{pmatrix} -0,5 & 0,5 \\ 0,5 & -0,5 \end{pmatrix}$$

которым соответствуют значения интенсивности шума $\delta(t) = \sin(t)e^{-t}$, параметры выбираются как:

$$M_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 0 & -0,5 & 0 \end{pmatrix}, \quad W_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,2 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0,1 & 0 \\ 0,1 & 0 & 0 & 0,6 \end{pmatrix}, \quad E_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$
$$M_2 = \begin{pmatrix} 0 & -0,7 & 0 & 0 \\ 0,7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1,2 \\ 0 & 0 & 1,2 & 0 \end{pmatrix}, \quad W_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0,1 & -0,2 & 0 & 1 \\ 0 & 0,1 & -0,1 & 0 \\ 0,1 & 0 & 0,1 & -0,1 \end{pmatrix}, \quad E_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

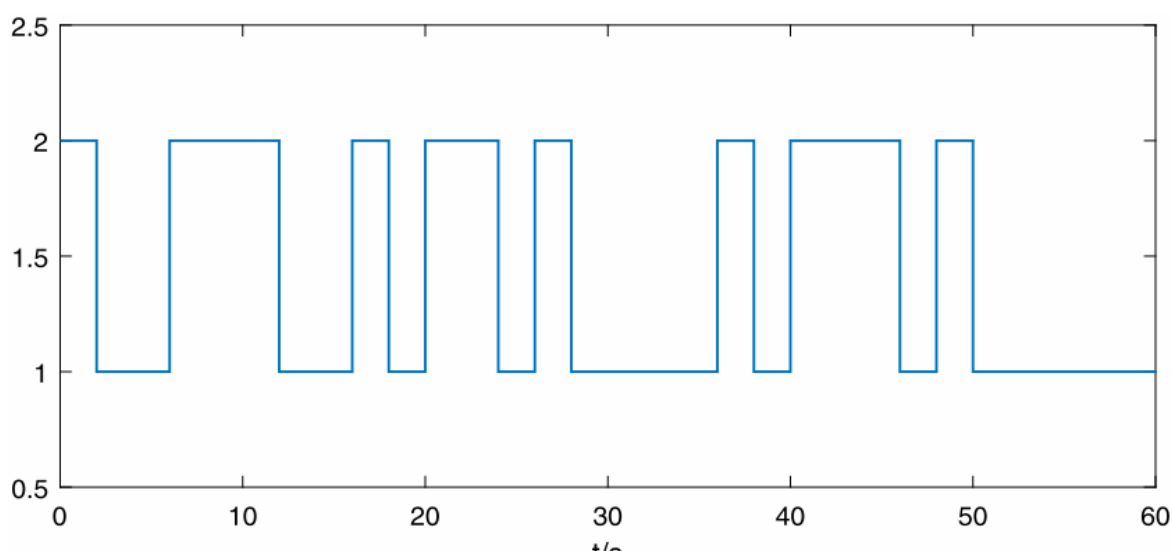


Рис 4. Системы с марковскими переключениями

Влияние слабого шума со скачкообразным изменением интенсивности приводит к возникновению неустойчивых режимов и увеличению «тормозного пути».

Заключение

В данной работе рассмотрена математическая модель гексакоптера с учетом стохастических возмущений с марковскими скачками. Данный подход позволяет в расширенной области применять теорию робастного управления гексакоптером при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками.

Список литературы

1. Пакишин, П. В. Дискретные системы со случайными параметрами и структурой. – Москва : Физматлит, 1994.
2. Пакишин, П. В. Робастная стабилизация систем случайной структуры с переключаемой статической обратной связью по выходу / П. В. Пакшин, Д. М. Ретинский // Автоматика и телемеханика. – 2005. – № 7. С. 135–147.
3. Домбровский, В. В. Управление с прогнозированием системами с марковскими скачками при ограничениях и применение к оптимизации инвестиционного портфеля / В. В. Домбровский, Т. Ю. Обьедко // Автоматика и телемеханика. – 2011. – № 5. – С. 96–112.
4. Смагин, В. И. Синтез следящих систем управления для объектов со случайными скачкообразными параметрами и мультипликативными возмущениями / В. И. Смагин, Е. В. Поползухина // Вестник Томского государственного университета. – 2000. – № 271. – С. 171–175.
5. Blackmore L., Bektassov A., Ono M., Williams B.C. Robust optimal predictive control of jump Markov linear systems using particles // Lecture Notes in Computer Science. 2007. Vol. 4416. Pp. 104-117.
6. Ibrahim I. N. Designing a real mathematical model of a hexacopter in the inertial frame // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2017. – Т. 20, № 1. – С. 91–94.
7. Wei X., Wu Z., Karimi H. Disturbance observer-based disturbance attenuation control for a class of stochastic systems, Automatica 63 (2016) 21–25.
8. Kang Y., Zhao Y.-B., Zhao P. Stability Analysis of Markovian Jump Systems, Science Press, Beijing, China, 2018.

И. О. Чурсин, магистрант, chursin_96@mail.ru
А. А. Абрамова, кандидат технических наук, доцент
А. М. Непогодин, старший преподаватель
Я. В. Васильева, старший преподаватель
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Разработка ультразвуковой установки очистки водоподогревателей отопления и ГВС

Проблема засоренных отложениями теплообменников – одна из главных причин, по которой происходят недогревы воды и завышения допустимой температуры обратной сетевой воды, поступающей на теплоэлектроцентраль (ТЭЦ). В настоящее время прочистка водоподогревателей проходит чаще всего традиционным способом, что включает в себя: разборку, чистку, замену прокладок на фланцевых соединениях, сборку, испытание давлением. Установка поспособствует чистке водоподогревателей без разборки, т. к. она крепится к корпусу теплообменника. В результате чистка будет происходить быстрее и дешевле.

Ключевые слова: ультразвук, очистка, водоподогреватели, ГВС, отопление.

Водоподогреватели отопления и горячего водоснабжения (ГВС) устанавливаются на центральных и индивидуальных тепловых пунктах. Водоподогреватели преобразуют тепловую энергию от теплоносителя, поступающую с ТЭЦ, к холодной воде, нагревая ее до требуемой температуры. Нагрев воды обычно проходит в несколько ступеней. Первая ступень нагревает холодную воду до 40 °С, а вторая ступень догревает ее до 60–70 °С. Схема кожухотрубного водоподогревателя представлена на рис. 1. Такие же водоподогреватели расположены и в системе отопления. Но в системе отопления они работают в 1 ступень и в несколько групп, грея циркулирующую в системе воду.

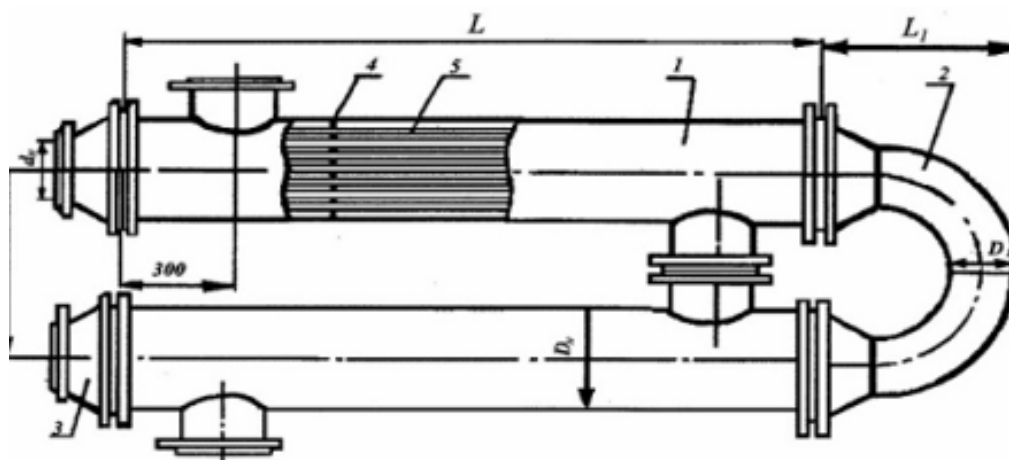


Рис. 1. Схема кожухотрубного водоподогревателя: 1 – корпус водоподогревателя; 2 – переходной калач; 3 – переход; 4 – опорная перегородка; 5 – латунные трубочки

Именно латунные трубочки подвергаются наибольшему засорению, что приводит к ухудшению теплопередачи от теплоносителя к нагреваемой воде и появлению дополнительных сопротивлений. Сильные засорения могут полностью вывести из работы теплообменник. Для предотвращения этих исходов необходима их прочистка. Этот недостаток отмечается в работе В. И. Краснова. Латунные трубки водоводяного подогревателя (ВВП) в системе ГВС подвержены интенсивному обрастанию солями жесткости, что снижает эффективность их работы и требует значительных эксплуатационных расходов. Поверхность их теплообмена из латунных трубок, концы которых завальцованы в трубных фланцах, приваренных к корпусам, значительно сокращается, возрастают гидравлические сопротивления. Они плохо поддаются чистке, замена поврежденных трубок затруднена, а часто и невозможна, что приводит к снижению в эксплуатации проектной тепловой эффективности [1].

Существует несколько методов прочистки трубочек ВВП:

1) Механический – самый популярный метод из всех существующих. Все загрязнения удаляются с помощью длинного и тонкого шомпола длиной около 4 м и толщиной 5–10 мм. Также могут применяться различные ерши. После прочистки в каждую трубочку подается струя воды, которая вымывает оставшиеся загрязнения. Плюс данного метода, что к рабочим предъявляются низкие квалификационные требования. Таким способом можно удалить загрязнения любой сложности. Но есть и минусы. Для того чтобы начать прочистку трубочек, необходимо разобрать ВВП, что занимает много сил и времени. При разборке могут создаваться дополнительные трудности из-за старой запорной арматуры, которая не полностью перекрывает поток жидкости. К тому же есть вероятность повредить трубочки. После прочистки необходимо обратно закрепить переходные калачи (п. 2, рис. 1) и проверить давлением на плотность, в случае утечки необходимо детально очистить поверхность калача и заменить прокладку.

2) Химический способ – также широко применяется, но в основном для пластинчатых теплообменников. Таким способом можно чистить не только теплообменники, но и стенки труб, трубопроводов здания. Очистка теплообменников происходит без его разбора, а с помощью специальных установок, которые подключаются к сливным кранам. Установка состоит из насоса, емкости и нагревательного элемента. В емкость заливается концентрат лимонной кислоты и нагревается до определенной температуры. После чего подключается к сливным отверстиям теплообменника и включается насос. В течение нескольких часов концентрат гоняется с определенным давлением и температурой, удаляя загрязнения. Недостаток этого метода, что расходуется много дорогих реагентов, которые необходимо утилизировать, также необходима высокая квалификация персонала. Несмотря на минусы, очистка происходит быстрее и легче, чем стандартная механическая.

3) Высоконапорный гидравлический способ – заключается в очистке жидкостью, выходящей из специального сопла с высокой скоростью. В результате поток отрывает все отложения с поверхности трубочек. Установка экс-

плуатируется с плунжерным насосом, который создает давление до 150 МПа перед соплом. Недостатки метода, что резиновое уплотнение на насосе быстро изнашивается (около 400 часов работы), высокие требования к технике безопасности, высокие требования к персоналу, а из-за всего этого финансово затратный.

4) Гидрокавитационная очистка – применяется к отложениям любого типа, даже к пробковым. Вода в трубочку теплообменника входит в виде кавитирующей струи, созданной специальным соплом. Внутри струи создаются пузырьки кавитирующего газа. Скорость потока жидкости увеличивается, а кавитационные пузыри схлопываются из-за падения давления жидкости. Создаются микровзрывы. Именно они очищают поверхность трубочек. Недостатками метода являются сложная транспортировка оборудования из-за веса (более 1,5 т), высокое потребление электроэнергии, высокая квалификация персонала, жесткие требования по технике безопасности. Несмотря на это, метод позволяет очищать полностью забитые трубочки с высокой скоростью, даже до основного металла.

5) Абразивная очистка – применяется к трубочкам любого диаметра и любыми засорениями. Абразив с размерами фракций до 1 мм из емкости и воздух от компрессора под давлением подаются в очищаемый участок, далее абразив вылетает вместе с отложениями. Метод используется очень редко, т. к. установки серийно не выпускаются, следовательно, мало специалистов, а из-за этого и высока цена очистки. Также установка требует большой расход абразива и сильно засоряет рабочее помещение.

Все перечисленные методы хоть и действительны, но являются довольно устаревшими. В качестве нового метода очистки предлагается применить ультразвук. Более подробное применение ультразвука описывается в работе В. Н. Хмелёва. В последнее время все чаще в промышленности ищет применение ультразвук. Ультразвук начинает играть все большую роль в промышленности и научных исследованиях. Успешно проведены теоретические и экспериментальные исследования в области ультразвуковой кавитации и акустических течений, позволившие разработать новые технологические процессы, протекающие при распространении ультразвука в жидкой фазе [2]. Необходимость удаления скопившихся загрязнений в трубочках открывает новое «поле действий» для ультразвука. Теоретически очистка будет проходить за счет ультразвуковой кавитации, описанной в работе И. Е. Эльпинера. В жидких средах возникает и протекает специфический физический процесс (ультразвуковая кавитация), обеспечивающий максимальные энергетические воздействия как на сами жидкости, так и на твердые тела в жидкостях [3]. За счет ультразвуковой кавитации можно отчистить загрязнения с поверхностей деталей. Ультразвук может очистить от таких загрязняющих веществ, как масло, жир, шлам, смазочно-охлаждающие жидкости. Ультразвуковая обработка может с успехом применяться также для полировки поверхностей [4]. Учитывая перечисленный опыт, можно применить явление ультразвуковой кавитации для очистки тепло-

обменников ГВС и отопления. Можно рассмотреть несколько способов ввода ультразвука в теплообменники.

Вариант 1. Размещение ультразвуковой колебательной системы (УЗКС) на поверхности теплообменника (рис. 2).



Рис. 2. Расположение УЗКС на поверхности

Преимущество метода, что теплообменник не выводится из эксплуатации. Однако допустим и следующий вариант.

Вариант 2. Размещение УЗКС внутри теплообменника (рис. 3).

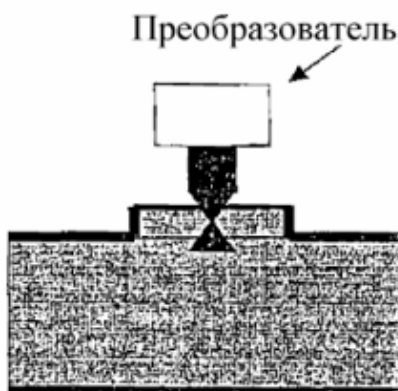


Рис. 3. Расположение УЗКС внутри теплообменника

В этом случае теплообменник выводится из эксплуатации, но лишь для того, чтобы смонтировать оборудование.

Стоит отметить, что очищаться такими способами будут не только трубки, но и межтрубное пространство, которое ни один из вышеперечисленных способов очистить не может. Несмотря на специальную обработку сетевой воды на ТЭЦ, со временем межтрубное пространство также засоряется загрязнениями. Это напрямую влияет на теплопередачу.

Применение УЗКС для очистки ВВП способствует сокращению затрат на электроэнергию, снижению затрат на рабочую силу и упростит процесс обслуживания.

Для выбора оптимального варианта расположения УЗКС при очистке, способа крепления, а также для оптимального режима работы необходимы более детальные научно-технические и лабораторные исследования.

Список литературы

1. *Краснов, В. И.* Повышение эффективности теплоснабжения зданий и сооружений путём замены в ЦТП кожухотрубных теплообменников на пластинчатые. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-teplosnabzheniya-zdaniy-i-sooruzheniy-putyom-zameny-v-tstp-kozhuhotrubnyh-teploobmennikov-na-plastinchatye>.
2. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмелев, А. Н. Сливин, Р. В. Барсуков, С. Н. Цыганок, А. В. Шалунов ; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.
3. *Эльпинер, И. Е.* Биофизика ультразвука / И. Е. Эльпинер. – Москва : Наука, 1973. – 384 с
4. Ультразвуковая очистка поверхностей. – URL: <http://www.electrolibrary.info/newtechnolog/17-ultrazvukovaya-ochistka-poverhnostey.html>.

В. А. Шестаков, аспирант, v.a.shestakov95@gmail.com

И. В. Ожгихин, студент

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Алгоритм распознавания грузовой паллеты для автоматической транспортировки грузов на роботизированном складе*

В условиях современного отечественного производства существует необходимость в разработке полностью автономного роботизированного склада. В данной статье предложен алгоритм распознавания грузовой паллеты для автономных транспортных мобильных роботов. Разработан алгоритм, обеспечивающий определение местоположения грузовой паллеты на основе информации от одного оптического датчика – лидара.

Ключевые слова: роботизированный склад, мобильный робот, автоматизация, автономное движение.

Введение

Ведущие мировые компании (например, Амазон, транспортная компания Cainiao, работающая с AliExpress и Taobao), занимающиеся доставкой товаров, уже несколько лет внедряют роботов на свои склады [0]. Это позволяет повысить скорость доставки и уменьшить ее цену, также снижаются затраты на освещение и отопление склада. На данный момент в России нет ни одной компании, использующей автономный склад в рабочем режиме, и с повышением спроса на покупки товаров онлайн разработка роботизированных складов является актуальной задачей.

Использование высокоманевренных омниколесных роботов на складах позволит не только снизить издержки за счет замены ручного труда, но и сократить пространство между стеллажами, что позволит использовать освободившееся место для дополнительного размещения товара [0, 0]. На данном этапе в рамках проекта роботизированного склада решаются задачи определения местоположения грузовой паллеты в пределах рабочего пространства и расчета управляющих воздействий для подъезда к ней по кратчайшей траектории.

Алгоритм распознавания грузовой паллеты

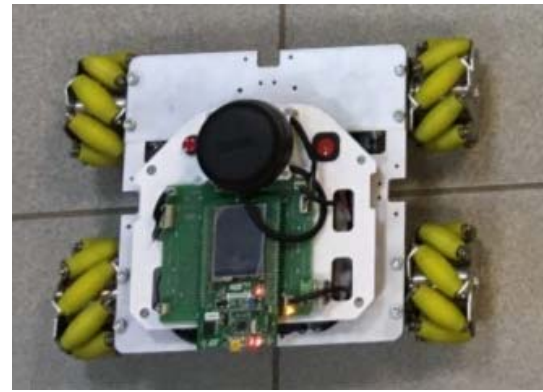
Для перевозки грузов в складских помещениях удобно использовать грузовые паллеты, которые представляют собой многоуровневые металлические стеллажи прямоугольной формы с четырьмя опорными стойками (рис. 1, а). Для транспортировки товара роботу необходимо точно осуществить заезд под паллету, а затем, используя подъемный механизм, поднять паллету с товаром и доставить в нужную точку.

© Шестаков В. А., Ожгихин И. В., 2021

* Работа выполнена в рамках Государственного задания по проекту № FZZN-2020-0011 «Исследование динамики и разработка алгоритмов управления мобильных роботов», а также поддержана внутренним грантом ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» КЮЛ\20-55-12.



a



б

Рис. 1. Паллета для учебных экспериментов (*a*), учебный омниколесный робот (*б*)

Для распознавания грузовой паллеты в данной работе используется лазерный датчик расстояния – лидар RPLidar A2 фирмы Slamtech, установленный на омниколесную мобильную платформу (см. рис. 1, *б*). Данный лидар обеспечивает измерение расстояния до объектов в горизонтальной плоскости, находящихся на расстоянии до 10 метров в диапазоне от 0° до 360° . Для получения данных с лидара разработано программное обеспечение для микроконтроллера STM32F429ZI, формирующее одномерный массив из 360 значений, где номер ячейки массива определяет угол, а значение, записанное в эту ячейку, – расстояние до объекта, соответствующее данному углу. Таким образом, облако точек, полученное с лидара, представлено в полярной системе координат. Модель лидара и выбранный микроконтроллер позволяют обновлять данные в этом массиве с частотой 10 Гц.

Введем систему координат OXY с центром, находящимся в точке, относительно которой ведутся измерения расстояния с помощью лидара (рис. 2). Для упрощения расчетов предполагаем, что точка O совпадает с геометрическим центром омниколесного робота. На рис. 2 точками A_1, A_2, A_3, A_4 обозначены стойки паллеты. Также следует отметить то, что при текущем расположении лидара на роботе нулевой луч полярной системы координат лидара направлен вдоль оси OY , а направление увеличения угловых координат направлено по часовой стрелке.

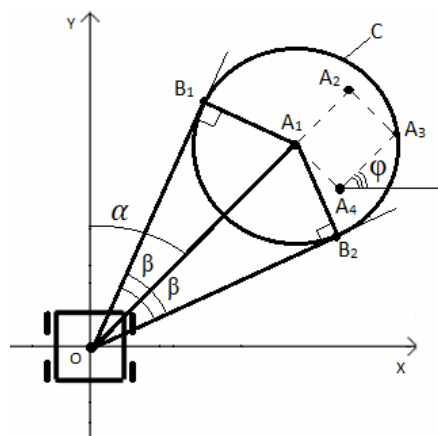


Рис. 2. Схема поиска паллеты

Для определения положения и ориентации паллеты необходимо в облаке точек, получаемых от лидара, зная фиксированные расстояния между ними, найти те точки, которые определяют стойки паллеты. Для этого разработан следующий алгоритм:

1. Обработка массива точек, полученного с лидара, с целью определения стоек паллеты.
2. Расчет диапазона углов для поиска остальных стоек паллеты.
3. Расчет расстояний между точками.
4. Определение конечной точки движения.
5. Определение точки подъезда к паллете.
6. Расчет управляющих воздействий для движения робота под паллету.

Далее подробно рассмотрим каждый пункт алгоритма.

Обработка массива точек, полученного с лидара, с целью определения стоек паллеты

Для поиска стоек паллеты отсеим точки, которые находятся дальше некоторого заданного расстояния. Проверку работоспособности алгоритма осуществляем на точках, лежащих на расстоянии до 2 метров от робота.

Проверяем точки во всем диапазоне углов. Фиксируем угол α и расстояние OA_1 до первой точки (на рис. 2 – точка A_1), находящейся не далее заданного расстояния от робота. Далее, зная фиксированные расстояния между стойками паллеты, а соответственно и длину диагонали паллеты – A_1A_3 , проведем окружность C с центром в точке A_1 радиусом A_1A_3 . Точка A_3 будет лежать на этой окружности, а точки A_2 и A_4 будут находиться внутри нее. Для поиска остальных точек паллеты можно ограничить рассматриваемый диапазон углов.

Расчет диапазона углов для поиска остальных стоек паллеты

К окружности C проведем две касательные – OB_1 и OB_2 . Радиусы окружности A_1B_1 и A_1B_2 , проведенные в точки касания, перпендикулярны прямым OB_1 и OB_2 соответственно. Получаем два равных прямоугольных треугольника. С помощью тригонометрических преобразований находим угол β :

$$\beta = \arcsin\left(\frac{A_1B_1}{OA_1}\right), \quad (1)$$

где A_1B_1 – величина, определяемая размерами паллеты; OA_1 – расстояние до точки, измеренное лидаром.

Используя полученный угол β , можно ограничить диапазон углов $\alpha \pm \beta$ для дальнейшего поиска стоек паллеты. Следует отметить, что если $OA_1 < A_1B_1$, то робот находится внутри окружности C , и для поиска остальных стоек паллеты нужно рассматривать весь диапазон углов $[0^\circ, 360^\circ)$.

Далее в полученном диапазоне углов необходимо найти все точки, которые лежат внутри окружности C , и рассчитать их координаты (x, y) в декартовой системе координат по формулам

$$\begin{aligned} x &= OA_n \sin(\alpha), \\ y &= OA_n \cos(\alpha), \end{aligned} \quad (2)$$

где OA_n – расстояние до точки A_n , определяемое лидаром; α – угол от нулевого луча в полярной системе координат лидара до прямой OA_n ; n – порядковый номер найденной точки.

Расчет расстояний между точками

Рассчитываем расстояние между точками по формуле

$$S_n = \sqrt{(x_n - x_1)^2 + (y_n - y_1)^2}, \quad (3)$$

где S_n – расстояние между первой (A_1) и n -й точками; x_n, y_n – декартовы координаты n -й точки.

Полученные расстояния $S_1, S_2, \dots, S_n$ сравниваем с известными расстояниями между стойками паллеты A_1A_2, A_1A_3, A_1A_4 с учетом погрешности. Также следует проверить на соответствие расстояния между найденными точками с отрезками A_2A_3, A_2A_4, A_3A_4 . Если все расстояния совпадают с исходными, то паллета найдена.

Определение конечной точки движения

Для расчета управляющих воздействий необходимо знать конечную точку движения относительно текущего положения и ориентацию робота в этой точке. Зная координаты стоек паллеты нетрудно рассчитать координаты конечной точки движения робота (x_c, y_c), которая является геометрическим центром паллеты. Координаты конечной точки (x_c, y_c) рассчитываются следующим образом:

$$\begin{aligned} x_c &= \frac{x_{A_1} + x_{A_3}}{2}, \\ y_c &= \frac{y_{A_1} + y_{A_3}}{2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Под паллетой робот должен находиться параллельно ее сторонам, поэтому для расчета ориентации робота в конечной точке необходимо определить ориентацию паллеты относительно робота в начале движения. Найдем угол φ между осью OX и стороной паллеты A_3A_4 :

$$\varphi = 90^\circ - \arctg\left(\frac{y_{A_3} - y_{A_4}}{x_{A_3} - x_{A_4}}\right). \quad (5)$$

Если паллета находится в других четвертях декартовой системы координат, то к углу φ прибавляем $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ в зависимости от того, в какой четверти декартовой системы стоит паллета (в IV, III или II).

Определение точки подъезда к паллете

Движение робота по кратчайшей траектории из начальной в конечную точку может привести к столкновению робота с паллетой. С целью исключения столкновения, заезд под паллету осуществляется в два этапа: подъезд к ближайшей стороне с нужной ориентацией, движение по прямой в центр паллеты (см. рис. 3). Для этого необходимо определить точку подъезда к паллете с коор-

динатами (x_d, y_d) , в которой робот будет находиться на безопасном расстоянии для заезда под паллету и с ориентацией, совпадающей с ориентацией паллеты.

На рис. 3 рассмотрены этапы движения мобильного робота при движении под паллету. На рис. 3, а робот находится в начальном положении, координаты точки (0, 0), на рис. 3, б робот находится в точке подъезда к паллете с координатами (0,3; 0,3). Ориентация робота совпадает с ориентацией паллеты ($\varphi = 45^\circ$). На рис. 3, в робот находится в конечной точке под паллетой.

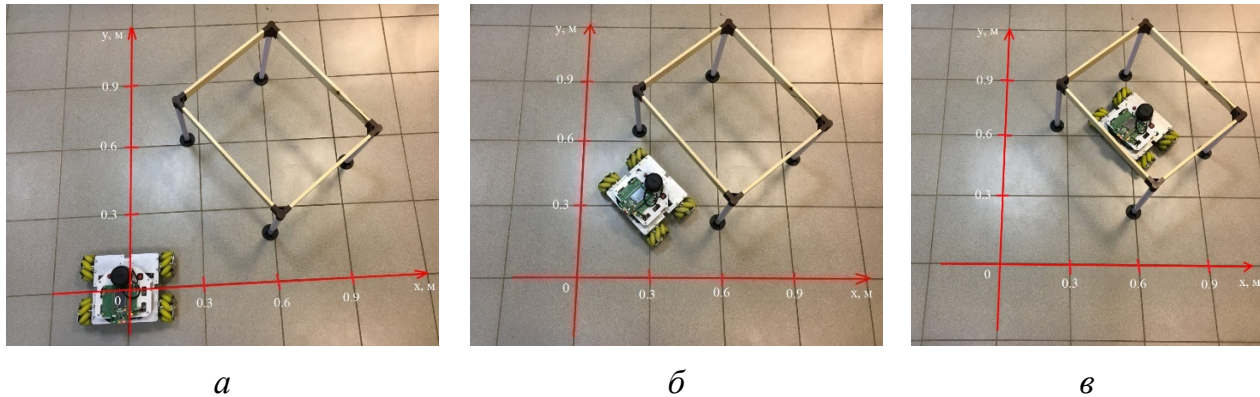


Рис. 3. Начальное положение робота (а), движение в точку подъезда (0,3, 0,3) с изменением ориентации на угол на 45° (б), конечное положение робота – точка (0,6, 0,6) (в)

Координаты точки подъезда определяются следующим образом:

$$x_d = \left(OA_1 - \frac{a}{2} - \frac{d}{2} \right) \cos \varphi, \quad (6)$$

$$y_d = \left(OA_1 - \frac{a}{2} - \frac{d}{2} \right) \sin \varphi, \quad (7)$$

где a – ширина паллеты; b – ширина мобильного робота.

Рассмотренные зависимости верны в том случае, когда паллета находится перед роботом (в I и II четвертях системы координат). Если паллета находится позади робота (в III и IV четвертях), то знак координаты y_d меняется на противоположный.

Расчет управляющих воздействий для движения робота под паллету

Для расчета управляющих воздействий воспользуемся уравнением движения робота, полученным в работе [0]. Уравнение представляет собой зависимость угловых скоростей колес, предполагающую отсутствие проскальзывания колес в точке контакта:

$$\dot{\psi}_i = - \frac{1}{(\mathbf{a}_i, \boldsymbol{\tau}_i) h_i} (\mathbf{v} + \omega \mathbf{J} \mathbf{r}_i, \mathbf{a}_i), \quad \mathbf{J} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

где $\dot{\psi}_i$ – угловая скорость вращения i -го колеса; h_i – радиус колеса, $\mathbf{a}_i, \boldsymbol{\tau}_i, \mathbf{r}_i$ – векторы, характеризующие конструкцию мобильного робота с омниколесами,

v – линейная скорость движения мобильного робота, ω – угловая скорость движения мобильного робота.

Расчет управляющих воздействий осуществлен для мобильного робота со следующими геометрическими характеристиками:

$$b = 0,55 \text{ м}, c = 0,3 \text{ м}, h_i = 0,05 \text{ м}, \tau_i = (0, 1),$$

$$\alpha_1 = \alpha_3 = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2} \right), \alpha_2 = \alpha_4 = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2} \right),$$

$$\mathbf{r}_1 = \left(\frac{b}{2}, \frac{c}{3} \right), \mathbf{r}_2 = \left(-\frac{b}{2}, \frac{c}{3} \right), \mathbf{r}_3 = \left(-\frac{b}{2}, -\frac{b}{3} \right), \mathbf{r}_4 = \left(\frac{b}{2}, -\frac{c}{3} \right).$$

Для примера, на рис. 4 представлены графики зависимостей угловых скоростей вращения колес мобильного робота для движения вдоль прямой из точки O с координатами $(0, 0)$ в точку подъезда с координатами $(0,3, 0,3)$ с одновременным изменением ориентации робота на угол 45° . Данное движение соответствует первому шагу движения под паллету, представленному на рис. 3.

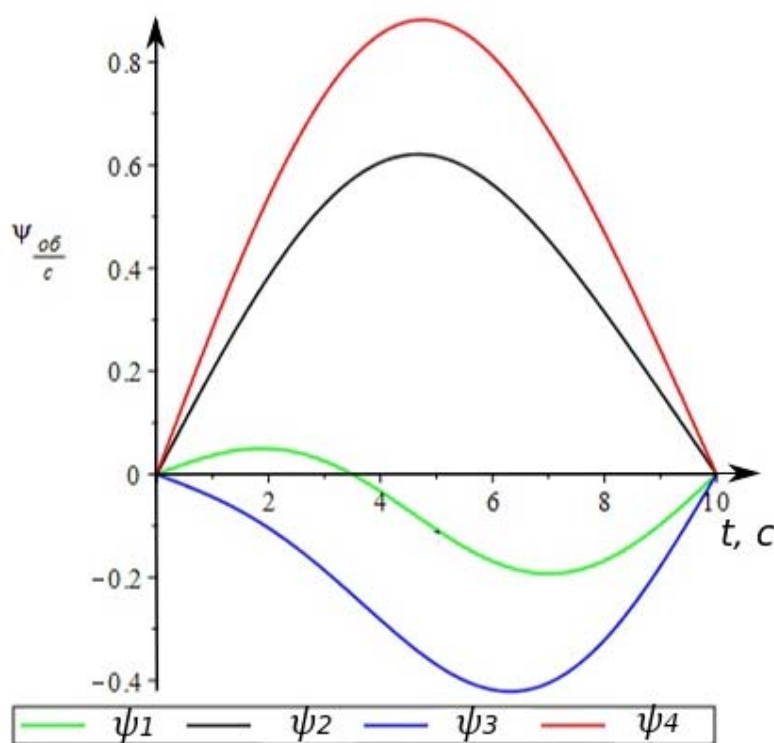


Рис. 4. Зависимости угловых скоростей вращения колес мобильного робота для движения в точку подъезда с одновременным изменением ориентации

В ходе выполнения алгоритма распознавания мобильный робот совершает заезд под паллету в два действия:

- 1) движение из начальной точки в точку подъезда с одновременным линейным и угловым перемещениями;
- 2) движение из точки подъезда в конечную точку (заезд под паллет).

Заезд под паллету по кратчайшей траектории может быть осуществлен с помощью движения по прямолинейным траекториям. Данный случай рассмотрен в данной работе.

Альтернативным вариантом является движение мобильного робота по криволинейным траекториям. Заезд под паллету по криволинейным траекториям является более сложной задачей и требует дальнейших разработок и исследований в будущих работах.

Заключение

В данной работе предложен алгоритм распознавания грузовой паллеты для омниколесного мобильного робота на основе лазерного дальномера (лидара). Показано, что с помощью только одного лидара можно однозначно определять в пространстве положение и ориентацию грузовой паллеты и в дальнейшем формировать управляющие воздействия для подъезда под нее под требуемым углом.

Разработанный алгоритм можно использовать для других сенсоров, измеряющих расстояние до объектов, например, для камер глубины, с помощью которых можно осуществлять распознавание паллеты с большей точностью. Полученные результаты в дальнейшем будут использоваться для создания системы автономного склада на основе омниколесных транспортных роботов.

Список литературы

1. Патент № 8280547 В2 (США). Способ и система транспортировки товарно-материальных ценностей: заявка 13016130: МПК G06F 7/00 / Raffaello D. A., Peter K. M., Michael C. M. и др. (США); заявитель и патентообладатель *Kiva Systems, Inc.* – № 2011 O13O866A1; заявл. 02.06.11, Бюл. № 7.
2. Автономное движение высокоманевренного мобильного робота с омниколесами в недетерминированной среде / Ю. Л. Караваев, А. В. Клековкин, К. С. Ефремов, В. А. Шестаков // *Машиностроение и инженерное образование*. – 2018. – № 3. – С. 2–7.
3. Михайлов, Б. Б. Автономные мобильные роботы – навигация и управление / Б. Б. Михайлов, А. В. Назарова, А. С. Ющенко // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2016. – № 2 (175). – С. 48–67.
4. 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.
5. Килин, А. А. Управление тележкой с омниколесами на плоскости / А. А. Килин, А. Д. Бобыкин // *Нелинейная динамика*. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 473–481.

П. А. Шихарев, магистрант, pashaplay@mail.ru
Г. В. Ломаев, доктор технических наук, профессор, lomaevgv1@mail.ru
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Искажения и нормализация магнитного поля Земли в объемах строительных сооружений*

Рассмотрены механизмы возникновения искажений магнитного поля Земли ферромагнитными элементами конструкции жилого здания. Приведены результаты измерений искаженного магнитного поля Земли в отдельном офисном помещении многоэтажного жилого здания, выполненного по монолитной технологии. Приводятся способы нормализации магнитного поля в зависимости от механизма возникновения искажения, до безопасного уровня.

Ключевые слова: магнитное поле Земли; строительные сооружения; искажения; нормализация; поля в помещениях.

Исследования в области искажения магнитного поля Земли (МПЗ) в объемах строительных сооружений, содержащих в своей конструкции ферромагнитные элементы, подтверждают опасность нахождения человека в таких местах [1]. Здоровью человека наносится значительный ущерб при проживании (24 часа) и пребывании (до 8 часов) в условиях гипогеомагнитных и градиентных полей [2].

В качестве подтверждения наличия искажений необходимо провести ряд измерений МПЗ, показывающих существование аномальных магнитных зон в местах частого пребывания людей, таких как место работы и место проживания. В качестве первого объекта исследования выбрано офисное помещение многоквартирного жилого дома № 8-5д со встроенными помещениями в микрорайоне № 8 жилого района «Восточный» в Устиновском районе города Ижевска. План помещения приведен на рис. 1.

Номерами на рисунке представлены контрольные точки (КТ), в которых производились измерения результирующего магнитного поля внутри помещения в микротеслах (мкТл (В)). Расстояние между контрольными точками – 1 м. Номерами с литерой «К» обозначены дополнительные контрольные точки, расположенные рядом с несущими колоннами – предполагаемыми источниками искажений магнитного поля. Измерения проводились на расстоянии 1,5 м от пола помещения. Результаты измерений в каждой контрольной точке приведены в табл. 1.

Красным цветом отмечены гипогеомагнитные зоны согласно стандарту SBM–2015, Синим цветом отмечены гипогеомагнитные зоны в соответствии с предлагаемыми недопустимыми критериями условий проживания, приведен-

ных в табл. 2 [3] (рис. 1). Все измерения проводились с помощью магнитометра МТМ-01 [4].



Рис. 1. Офисное помещение жилого дома

Таблица 1. Результаты измерений внутри офисного помещения

КТ	В, мкТл	КТ	В, мкТл	КТ	В, мкТл	КТ	В, мкТл
12	107,4	91	29,6	124	32	158	89,1
13	52,9	92	37,7	125	41,1	K1	98,9
19	95,6	97	146,2	126	44,1	K4	191,1
30	41,7	98	141,9	136	43,4	K7	159,3
50	32,6	99	74,8	140	38,2	K8	27,7
51	40,6	100	64,5	141	25,8	K9	30,2
63	57,7	101	47,7	142	61,5	K10	94,7
64	65,6	103	45,9	146	122,7	K11	177,5
78	37,2	108	65,1	147	120,9	K12	89,5
79	34,4	109	80,5	148	28	K13	50,6
80	33,3	114	127	149	31,9	K14	27,6
90	38,8	123	40,6	156	36,7	K15	50,6

В ходе обработки полученных данных на первом объекте были выявлены следующие факты: в помещении имеются гипогеомагнитные зоны, в которых результирующее магнитное поле меньше МПЗ в 1,5 и более раза – это контрольные точки 50, 80, 91, 124, 141, 148, 149, K8 и K14. Обнаружены опасные градиенты большого значения между группами следующих контрольных точек: 19, 30, 50, 51, 90, 91, 124, 125, 162; 108, 109, 141, 142; 103, 114, 136 и 97, 98, 99,

100, 101. Кроме того, выявлены несколько зависимостей образования гипогеомагнитных полей. Например, намагниченность арматурных прутков в колоннах, рядом с которыми отмечены дополнительные контрольные точки, напрямую влияет на магнитное поле в непосредственной близости к ним. Если сравнить значения в точках К1 и К4, К7 и К8, К9 и К10, К11 и К12, 12 и 13, 95 и 97, 114 и 115, 117 и 118, 146 и 148, 156 и 158, то можно заметить, что значения напряженности в таких местах сильно отличаются друг от друга, представляя большой градиент. Рядом с контрольными точками 19, 30, 50, 51, 90, 91, 124 и 125 расположены радиаторы отопления, изготовленные из ферромагнитных материалов.

Таблица 2. Сравнение критериев гипогеомагнитного поля, приведенных в стандарте SBM–2015 и предлагаемых условий проживания

Источник	Показатели	Единицы измерений	Критерии условий			
			1	2	3	4
Стандарт SBM–2015 п. 5 относительно $B_0 = 50$ мкТл	Ослабления ГМП от влияния МП стальных конструкций/тока – B_{Π}	мкТл	< 1	1–6	6–20	> 20
		мкТл	< 1	1–2	2–10	> 10
	Отклонения стрелки компаса при приближении к стальной конструкции	Градус°	< 2	2–10	10–100	> 100
	Пересчет в показатели K_{Γ} по ГОСТ Р 51724–01 от стальных конструкций	K_{Γ}	< 1,02	1,02–1,14	1,14–1,7	> 1,7
Предлагаемые показатели и критерии относительно $B_0 = 50$ мкТл	Критерии K_{Γ} для оценки условий ГГМП проживания/пребывания	K_{Γ}	1,0–1,1	1,1–1,2	1,2–1,5	> 1,5 > 2,0
	Соответствие угла отклонения стрелки компаса ослаблению индукции ГМП по результатам измерений по мере приближения к чугунной батарее на следующих расстояниях	Градус°	1,0–7,5	7,5–25	25–70	> 70 > 100
		мкТл	1,0–4,5	4,5–8,6	8,6–17	> 17 > 25
		Метры	2,5–1,5	1,5–0,6	0,6–0,2	< 0,2 < 0,12

В зависимости от типа используемых ферромагнитных материалов в элементах конструкции строительного сооружения выделяются механизмы искажения геомагнитного поля и зависит применяемый способ нормализации МПЗ. При использовании магнитомягких материалов магнитное поле Земли частично втягивается, концентрируется в сечениях ферромагнетиков. Это явление связа-

но с высокой относительной магнитной проницаемостью $\mu_R > 300$. В результате возле таких элементов поле ослабляется до недопустимых значений критериев «комфортные, опасные, недопустимые», приведенные в статье [5]. Для нормализации магнитного поля, создаваемого магнитомягкими материалами, применим способ экранирования пространства [6].

Полосы, сделанные из ферромагнитных материалов, располагают в рабочей зоне. Коэрцитивная сила таких изделий порядка $H_C \geq 1-5$ кА/м. Форма элементов изображена на рис. 2.

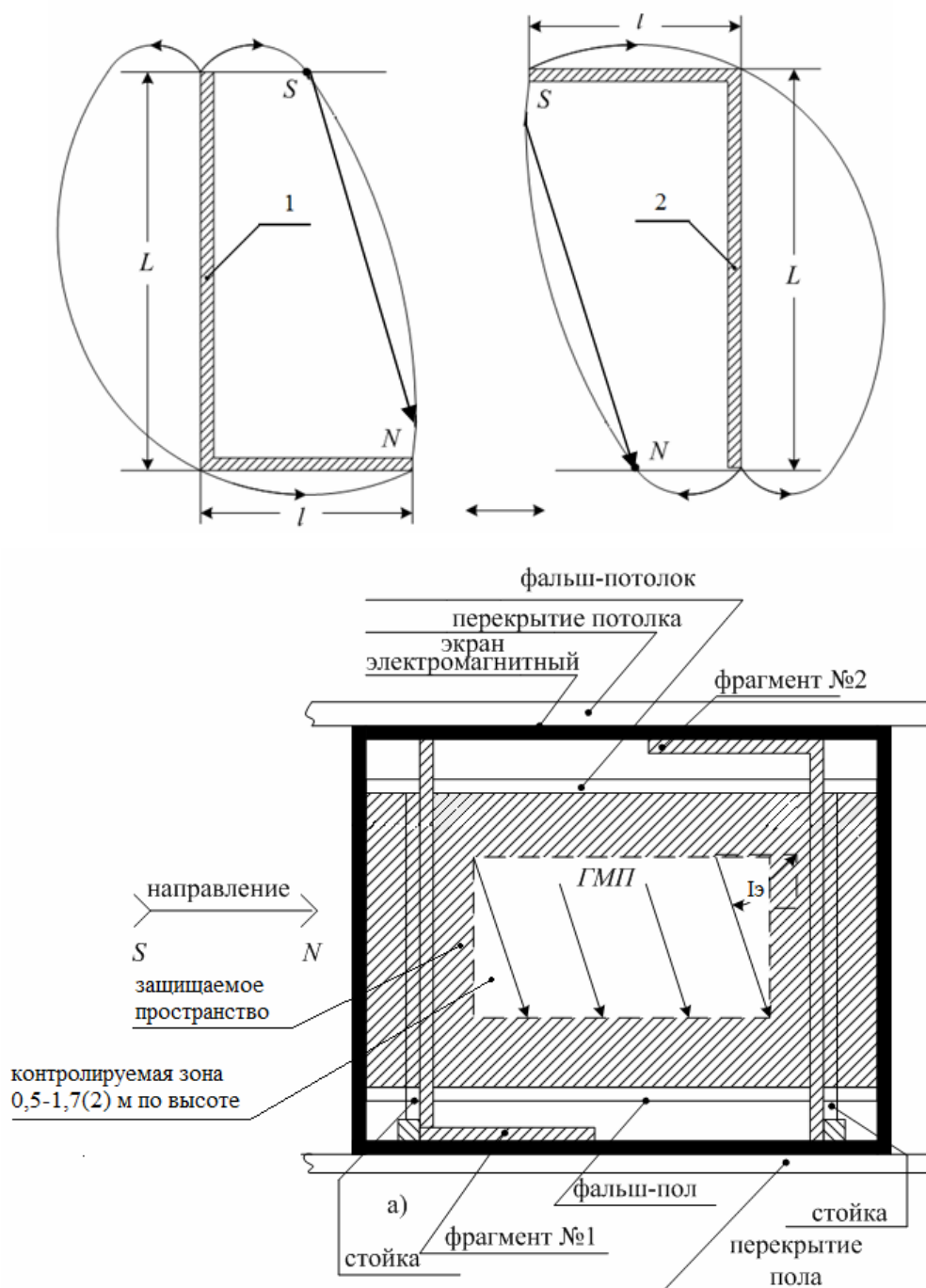


Рис. 2. Парные элементы восстановления геомагнитного поля и их расположение в экранированном боксе для одного рабочего места

Размеры парных элементов l и L прямо пропорциональны напряженности геомагнитного поля для открытого пространства. С помощью измерительного прибора, например, магнитометра или градиентометра, измеряют модуль напряженности $H_{ГМП}$ и угол склонения I_γ . Также контролируется показатель $H_{гр}$ (градиент). Элементы перемещаются по рабочей зоне до тех пор, пока измерительные приборы не покажут результаты, соответствующие закрепленным на законодательном уровне правилам и нормам.

Парные элементы изготавливаются из магнитотвердой стали. Толщина не может быть меньше 2 мм, а ширина 20 мм.

Во время процесса контроля и восстановления магнитного поля парные элементы устанавливаются на диэлектрическую платформу с возможностью перемещаться по объему помещения.

На рис. 2 показано устройство восстановления ГМП, содержащее элементы 1 и 2, ось которых располагают вдоль направления вектора ГМП открытого пространства (N, S) [7].

В локальных местах защищаемого пространства, местах искажений ГМП на конструктивных частях рабочего места укрепляют короткую полосу магнитотвердой стали ($H_c \geq 5$ кА/м), восстанавливая показатели $H_{ГМП}$. Помимо рассмотренных выше способов восстановления, приемлемых для достаточно больших объемов, могут быть использованы методы локального восстановления с помощью магнитов, закрепляемых на металлических элементах.

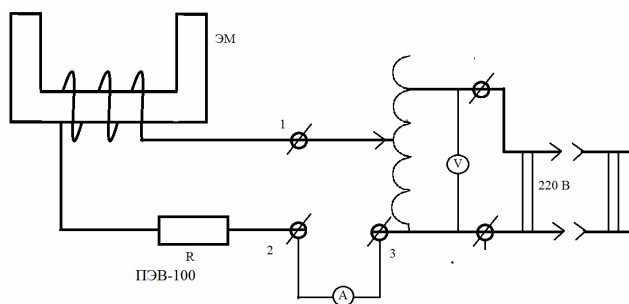
При использовании магнитотвердой стали с высоким уровнем собственной намагниченности создаются магнитные поля, компенсирующие и искажающие геомагнитное поле. В результате в объеме жилого сооружения возникают гипогеомагнитные поля и их градиенты.

Для нормализации магнитного поля, создаваемого магнитотвердыми материалами, применимы способы локального размагничивания и чередующейся (по направлению намагниченности) укладки ферромагнитных элементов (арматурных прутков) [8].

Локальное размагничивание осуществляется с помощью небольшого переносного электромагнита, представленного на рис. 3.



a



б

Рис. 3. Электромагнит: внешний вид (*a*), электрическая схема (*б*), где ЭМ – электромагнит; R – резистор ПЭВ–100

В работе рассмотрены естественные вариации магнитного поля Земли и его техногенные искажения. Проведены измерения магнитного поля внутри офисного помещения, показаны механизмы возникновения магнитопатогенных зон в строительных зданиях и сооружениях. Показаны закрепленные на законодательном уровне и действующие в РФ правила и нормы пребывания и проживания в местах с искажением магнитного поля Земли, а также предложены новые критерии для действующих норм и правил. Проведен анализ искажений МПЗ строительными материалами и показано влияние их расположения в пространстве на общую картину результирующего магнитного поля.

Список литературы

1. *Дубинин, Г. Н.* Конструкционные, проводниковые и магнитные материалы / Г. Н. Дубинин, Ю. С. Авраамов. – Ижевск : Машиностроение, 1973. – 256 с.
2. *Походзей, Л. В.* Гипогеомагнитные условия как неблагоприятный фактор производственной среды : автореферат. – Москва : ГУ НИИ медицины труда РАМН, 2004. – 44 с.
3. Проблемы безопасности в жилых домах: гипогеомагнитное поле / А. А. Репин, Г. В. Ломаев, Ю. Г. Рябов, П. А. Шихарев. – Москва : Стандарты и качество, 2020. – 102–107 с.
4. *Каримова, Г. В.* Магнитное поле Земли – эталон для калибровки магнитометров // Магнитные явления : сборник статей / под ред. проф. Г. В. Ломаева. – Вып. 2. – Ижевск : 2005. – 118–130 с.
5. Технологии восстановления геомагнитного поля (ГМП) в помещениях зданий и сооружений / Г. В. Ломаев, Ю. Г. Рябов, Д. С. Мурашова, Мышкин Ю. В. – Москва : Технология ЭМС, 2017. – 26–34 с.
6. *Рябов, Ю. Г.* Погода в доме / Ю. Г. Рябов, Г. Н. Яковлев, Г. В. Ломаев // Охрана труда и социальное страхование. – 2014. – № 4. – 60–70 с.
7. Методы нормализации статического геомагнитного поля в жилых домах / В. Ю. Розов, А. В. Завальный, С. М. Золотов, С. В. Грецких. – Харьков : Электротехника и электромеханика, 2015. – 35–38 с.
8. Патент № 103656 Российская Федерация, МПК G 12 В 17/02, G 01 R 33/02. Устройство восстановления геомагнитного поля помещения : № 2010131171/28; заявл. 26.07.10; опубл. 20.04.11 / Р. Н. Вахитов, Г. В. Ломаев, Ю. Г. Рябов ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Контроль и безопасность». – 1 с : ил.

Содержание

<i>Андреева Т. П., Севрюгин Ю. В.</i> Выбор методов оценки рисков инвестиционно-го проекта по франчайзинговой схеме организации бизнеса	3
<i>Антонов И. С., Стазаева А. А., Меньшиков В. А., Пузанов Ю. В., Трифонов О. А.</i> Оценка конструктивных параметров угловых фрезерных приводных головок с учетом динамических характеристик основных деталей	6
<i>Астраханцева Е. В., Феоктистова М. В., Абрамова А. А., Непогодин А. М.</i> Разработка экспериментальной установки очистки питьевых вод посредством совмещения методов напорной флотации и фильтрации	12
<i>Бекмансурова А. Р., Глухова К. И., Кучина Т. Н., Гольцова О. Б.</i> Разработка математической модели в рамках методики принятия решения по выбору программного продукта для автоматизации бизнес-процессов	17
<i>Беляева Д. В., Гайнанова А. И., Абрамова А. А.</i> Влияние исходной воды на работу обратноосмотической системы	21
<i>Бочкарева П. А., Данилова А. А.</i> Трансформация вуза на базе концепции «умный университет»	26
<i>Булат А. В., Гордина А. Ф.</i> Аддитивное производство бетона в строительстве: проблемы и возможности при 3D-печати бетоном	31
<i>Винокурова А. Н., Филькин Н. М.</i> Новая конструкция электромеханического стояночного тормоза автотранспортных средств	39
<i>Глухова З. В.</i> Теоретические аспекты цифровой экономики	43
<i>Дегтева О. А., Копысов А. Н., Тюрин А. П., Пигалев С. А.</i> Реализация НИОКР в интересах реального сектора экономики на примере ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»	47
<i>Дудинова В. В., Волкова Т. Г.</i> Перспективы реформирования пенсионной системы	53
<i>Егоров В. С., Хасанов Р. Р.</i> Разработка модели настроечного образца для калибровки дефектоскопа, реализующего волноводный акустический метод контроля	57
<i>Ефремов К. С., Шестаков В. А., Клековкин А. В.</i> Обзор жестовых алгоритмов управления	64
<i>Ильдарханов А. В., Вологдин С. В.</i> Использование информационных технологий в дистанционном обучении	68
<i>Ирисов В. С., Муфтахутдинова З. Р.</i> Строительно-конструктивные мероприятия по энергосбережению	72
<i>Куляшова В. Е., Перминова О. М.</i> Анализ тенденций формирования инициатив правовой направленности в рамках некоммерческих организаций	78
<i>Кучина Т. Н., Бекмансурова А. Р., Глухова К. И., Гольцова О. Б.</i> Разработка алгоритма в программе ДРАКОН по выбору метрик для оптимизации приложения	84
<i>Ломаев Г. В., Рысев Д. С., Залалутдинова А. Р., Павинев Э. В.</i> Электромагнитные поля и излучения в вашей квартире и обеспечение комфортных условий проживания	87
<i>Ломаев Г. В., Онгарбаев И. Е., Дородова Ю. Ф.</i> Способ мониторинга СВЧ-излучения сотовой связи в открытом пространстве в городской среде	93
<i>Микрюкова Е. М., Васюткина М. Н.</i> Обзор климатического оборудования	98
<i>Михайлов А. Ю., Митрофанов А. В., Лисина Е. Б.</i> Перспективы развития «зеленого» строительства	103
<i>Мокрушина М. А., Ордин И. О., Янников И. М.</i> Пожарная безопасность мест с массовым пребыванием людей	109
<i>Мохамед Набиль А., Щенятский А. В.</i> Мобильная платформа для обслуживания автомобиля	115

<i>Музафаров Э. Р., Филькин Н. М.</i> Основы создания методики оптимизации энергосиловой установки технологической машины электротранспорта.....	120
<i>Насридинов Т. Д., Нефедов Д. Г.</i> Компьютерное моделирование интеллектуальной системы «Умный дом»	124
<i>Овсянников Д. С., Алиев Э. В.</i> Комбинирование функций образовательного оборудования с санитарным в одном приборе.....	129
<i>Петухова Д. О., Шулакова Е. В.</i> Модель идеального менеджера как инструмент формирования системы профориентации в вузе	132
<i>Плишкин П. В.</i> Проблемы обеспечения безопасности питьевого водоснабжения в городе Кирове.....	137
<i>Пономарев Д. С.</i> Применение информационных технологий для автоматизации технологического процесса водоочистки на предприятии	144
<i>Романов А. В., Запотичная Л. В., Малышонков И. О., Урсегова А. С.</i> Система диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводов мобильных роботов на базе нечеткой логики	148
<i>Седов Р. А., Суфиянов В. Г., Мосеева М. В.</i> Разработка алгоритма выявления контуров иерархических структур на цифровых изображениях.....	155
<i>Симченко О. Л., Третьякова И. А., Боталов Т. В.</i> Разработка алгоритма повышения социальной эффективности инвестиционных проектов	162
<i>Симченко О. Л., Чазов Е. Л., Комарова М. Е., Поздеев С. Д.</i> Разработка методики формирования лотов при планировании закупок промышленных предприятий.....	167
<i>Сиротина С. И., Муфтахутдинова З. Р.</i> Анализ энергосберегающих мероприятий для многоэтажного жилого здания.....	172
<i>Слащев Е. С., Яковлев В. О., Девятков Д. А.</i> Прогноз рынка промышленной продукции по товарной номенклатуре внешней экономической деятельности.....	178
<i>Спехов П. А., Вологдин С. В.</i> Эффективное управление ресурсами теплоснабжающего предприятия ООО «Удмуртские коммунальные системы» за счет внедрения корпоративной информационной системы SAP ERP.....	183
<i>Суфиянов В. Г., Нефёдов Д. Г., Клюкин Д. А.</i> Результаты математического моделирования продольно-поперечных колебаний ствола в одномерной постановке с учетом влияния внутрибаллистических процессов	190
<i>Сяктерев М. В., Хасанов Р. Р.</i> Стенд с контролируемым нагревом композитной арматуры	196
<i>Таскаев М. В., Гарифьянова Л. А., Свалова М. В., Гринько Е. А.</i> Применение полученных биоматериалов в ходе утилизации осадка с очистных сооружений в строительстве	201
<i>Теплякова И. И., Ложкин Ю. В.</i> Возможности использования вспененных материалов в дизайне предметов интерьера	207
<i>Усатова М. С., Чазов Е. Л., Симченко О. Л., Мохначев С. А., Грахов В. П.</i> Цифровые технологии в сфере обучения персонала.....	212
<i>Файзуллин Р. В., Поздеев Д. А., Херинг Ш., Чиченков И. И.</i> Направления анализа причинно-следственных связей между временными рядами.....	217
<i>Хуссин С. М., Суфиянов В. Г.</i> Разработка программно-вычислительного комплекса моделирования движения гексакоптера при наличии стохастических возмущений с марковскими скачками.....	221
<i>Чурсин И. О., Абрамова А. А., Непогодин А. М., Васильева Я. В.</i> Разработка ультразвуковой установки очистки водоподогревателей отопления и ГВС	227
<i>Шестаков В. А., Ожгихин И. В.</i> Алгоритм распознавания грузовой паллеты для автоматической транспортировки грузов на роботизированном складе	232
<i>Шихарев П. А., Ломаев Г. В.</i> Искажения и нормализация магнитного поля Земли в объемах строительных сооружений.....	239

Электронное научное издание

«ВЫСТАВКА ИННОВАЦИЙ – 2020» (ОСЕННЯЯ СЕССИЯ)

Сборник материалов XXX Республиканской выставки-сессии
студенческих инновационных проектов

Ижевск, 19 ноября 2020 г.

Адрес в информационно-телекоммуникационной сети:
http://innobinc.ru/~files/finder/file/innov_expo_title.pdf

Дата размещения на сайте: 18.01.2021

В авторской редакции

Технический редактор *С. В. Звягинцова*
Корректоры: *Н. К. Швиндт, М. А. Ложкина*
Верстка *Н. В. Паклиной*

Подписано к использованию 15.01.2021. Уч.-изд. л. 11,33. Объем 7,83 МБ. Заказ № 1
Управление информационных ресурсов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова
426069, Ижевск, Студенческая, 7