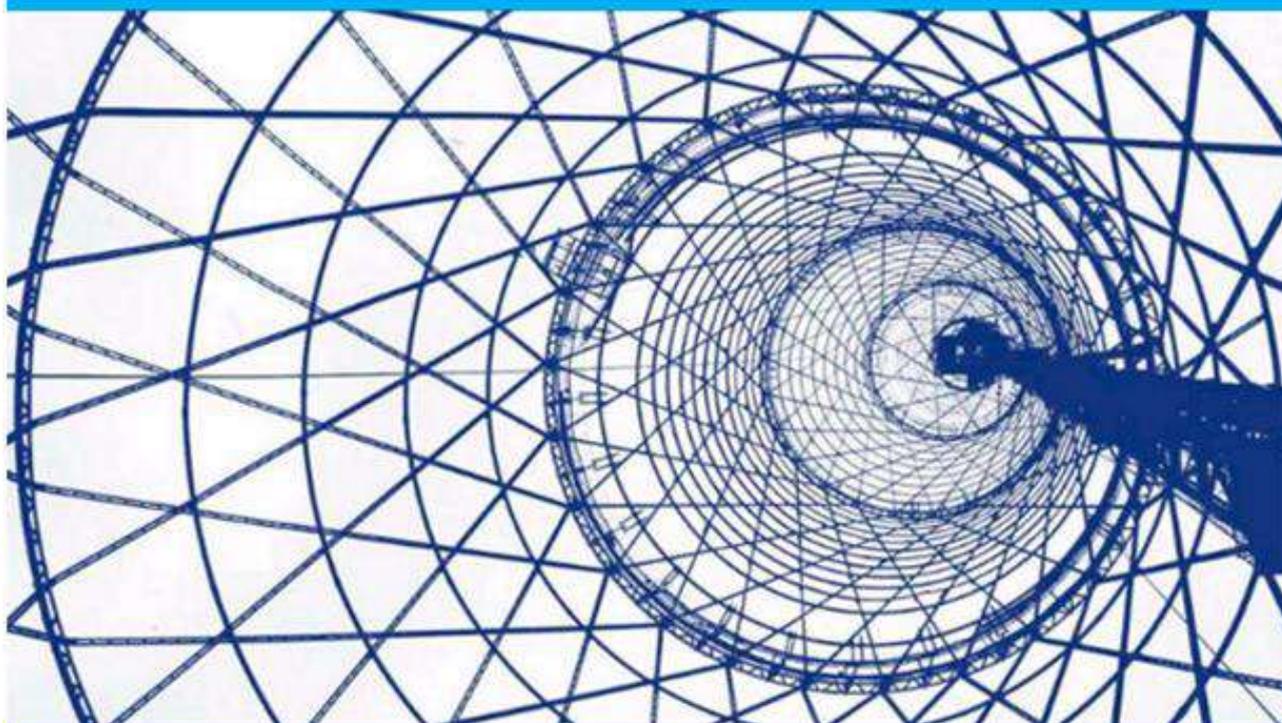


Молодёжный вестник  
Новороссийского филиала  
Белгородского государственного  
технологического университета  
им. В. Г. Шухова



Том 4, № 2 / 2024

Новороссийск  
2024

*Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2024. Том 04. № 02 (14)*  
<https://rio-nb-bstu.science>

Молодёжный вестник Новороссийского филиала  
Белгородского государственного технологического  
университета им. В. Г. Шухова.  
Научный сетевой журнал  
Издаётся с марта 2021 года  
Выходит 4 раза в год  
ISSN 2713-0576 (электронная версия)

Том 4, № 2 (14)  
май - июль 2024 г.

*Главный редактор:* В. Г. Шеманин  
*Заместитель главного редактора:* В. П. Колпакова  
*Заместитель главного редактора:* М. М. Кугейко  
*Заместитель главного редактора:* И. В. Чистяков  
*Ответственный редактор:* А. Г. Ульянов

*Редакционная коллегия:* М. Д. Герасимов, В. В. Дьяченко, Г. Ю. Ермоленко, Л. В. Жукова,  
М. М. Замалеев, Е. В. Колпакова, Д. Т. Курманова, А. Б. Лолаев, Б. Б. Махиев ,  
О. В. Мкртычев, Л. С. Полякова, П. В. Ротов, О. В. Руденко, Л. А. Русинов, А. А. Тихомиров,  
В. А. Туркин, С. А. Филист, А. В. Хапин, Ю. В. Чербачи, Ю. Б. Щемелева, Л. В. Яблонская

*Учредитель:* ФГБОУ ВО БГТУ им. В. Г. Шухова  
*Издатель:* Филиал БГТУ им. В. Г. Шухова в г. Новороссийске  
*Адрес редакции:*  
353919, Россия, Новороссийск, Мысхакское шоссе 75  
Тел. +78617221333  
<https://rio-nb-bstu.science/>  
e-mail: [editor-molod@nb-bstu.ru](mailto:editor-molod@nb-bstu.ru)

*Свидетельство о регистрации:* серия Эл № ФС77-81069 от 02 июня 2021 г.

Опубликовано 08.07.24

© Филиал БГТУ им. В. Г. Шухова в г. Новороссийске, 2024

Содержание:

**СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА**

<i>Заплаткина П.А., Ямлеева Э.У.</i>	5
Сравнительный анализ VRF систем и «чиллер-фанкойлы».....	
<i>Князева В.О.</i>	10
Обеспечение безопасности в строительстве.....	
<i>Постовой А. А., Дмитриенко В.А.</i>	15
Исследование механических свойств пенобетона.....	
<i>Ряжских А.И., Дмитриенко В.А.</i>	21
Оценка адекватности определения упругих характеристик бетонных образцов.....	
<i>Томака К., Цанаева Ю.А.</i>	27
Роль освещения в формировании праздничной обстановки в торговых объектах.....	
<i>Шевырева К. И., Дмитриенко В.А.</i>	32
Исследование напряженно-деформированного состояния грунтовых насыпей.....	

**ЭНЕРГЕТИКА**

<i>Айзатуллин Т.И., Юренков Ю.П.</i>	
Применение новых материалов в конструкции жидкометаллического самовосстанавливающегося предохранителя для увели чения номинального тока.....	37
<i>Биктимеров Д.Р., Соболева М.В.</i>	43
Внедрение культуры безопасности в электроэнергетику.....	
<i>Гуськов И. И., Беляева Е. А., Бузаева А. А., Пазушкина О.В.</i>	48
Современные системы автоматизации котельных.....	
<i>Леонтьев Д.А., Ротов П.В.</i>	54
Методика плавного регулирования теплоносителя на выходных коллекторах ТЭЦ	
<i>Морозов Д. С., Пазушкина О. В.</i>	59
Подогрев химически очищенной воды с помощью пластинчатого теплообменника вместо кожухотрубного охладителя выпара.....	

**ИНФОРМАТИКА**

<i>Астанин М.А.</i>	64
Telegram-бот для построения графиков.....	
<i>Бабичева Н. Б., Кирчева А. С., Мамедов И. В.</i>	72
Использование предобработки данных для эффективной сегментации абитуриентов на основе цифрового следа.....	
<i>Исабекова О.А., Бульцев А.А., Бокоев Г.Р., Константинов А.П.</i>	80
Программная система симуляции естественного отбора.....	
<i>Поликарпов Д. С., Косенко Е. Ю.</i>	87
Логистический подход к организации центров распределения ресурсов в районах чрезвычайных ситуациях.....	
<i>Хайруллова Р. М., Бузаева М. В., Гусарова В. С.</i>	92
Нанокпозиционный экран для защиты от электромагнитного излучения.....	

**ХИМИЯ**

<i>Черкашина Н.И., Сидельников Р.В., Романюк Д.С., Домарев С.Н.</i>	
Воздействие УЗ-обработки на синтез кремний-углеродного покрытия	96
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ</b>	
<i>Клепикова М.А., Ключникова Н.В., Городов С.И., Маркин А.М.</i>	
Влияние комплексонов на показатели смачивания в технологии производства моющих средств.....	105
<b>ЭКОНОМИКА. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	
<i>Панамарева О.Н.</i>	
Предпосылки разработки концепции умного цифрового двойника сложных организационно-технических систем мезоэкономического уровня.....	112
<i>Рычкова А. Д.</i>	
Зарубежный опыт привлечения и удержания специалистов в аэрокосмической отрасли	124

## СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_5

УДК 697.94

ГРНТИ 67.53.25

ВАК 2.1.3

### Сравнительный анализ VRF систем и «чиллер-фанкойлы»

\*Заплаткина П.А., Ямлеева Э.У.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),  
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

email: [\\*zaplatkinap@mail.ru](mailto:*zaplatkinap@mail.ru) , [e.yamleeva@mail.ru](mailto:e.yamleeva@mail.ru)

#### Аннотация

В статье приводится сравнение VRF систем и «чиллер-фанкойлы». К анализу были приняты системы, производимые одной компанией для более точных результатов. Анализ проводился по следующим критериям: фактическая производительность наружных блоков VRF и чиллеров, возможный диапазон работы по температуре наружного воздуха, поддержание относительной влажности внутреннего воздуха, воздушный режим кондиционируемых помещений, стоимость оборудования.

*Ключевые слова:* чиллер, фанкойл, VRF система, теплоноситель, хладагент.

Основным отличием в построении VRF систем и систем «чиллер-фанкойлы» является способ передачи тепловой энергии. В мультizonальной системе происходит непосредственный процесс испарения хладагента в теплообменниках внутренних блоков, тогда как в системе с чиллером сначала охлаждается теплоноситель, который в последствие циркулирует через фанкойлы [1, 2].

Фактическая производительность наружного блока систем преимущественно зависит от длины трубопроводов. Производительность VRF системы менее зависима от длины трубопровода, чем чиллер.

Рассмотрим диапазон работы по температуре наружного воздуха. Системы VRF могут работать на холод при внешних температурах от - 15 до + 54°C, на тепло – от - 25 до + 24°C.

Системы на базе чиллера на холод работают при температуре наружного воздуха от -10 до +43°C, на тепло при наружной температуре – от - 10 до + 21°C.

Важный критерий для комфортного нахождения людей в помещении – это влажность воздуха. Область комфортных (оптимальных) значений: относительная влажность 30–60% и температура 23–25°C. Температуру внутреннего воздуха можно задавать, а относительную

влажность нет. Относительная влажность зависит от характеристик кондиционера и от характеристик луча процесса [3].

На I-d диаграмме линия «чиллера-фанкойлов» относительно VRF будет смещена вправо из-за более высокой средней температуры хладоносителя. Это смещение сопровождается повышенным значением относительной влажности, что делает нахождение человека в помещении менее благоприятным, поэтому приходится понижать температуру внутреннего воздуха, а это большие энергозатраты [2].

Теперь обратимся к воздушному режиму кондиционируемых помещений. У VRF систем удельный расход воздуха находится в диапазоне примерно 130–150 м<sup>3</sup>/ч на 1 кВт, а у фанкойлов – 160–200 м<sup>3</sup>/ч на 1 кВт. Отсюда следует вывод, что скорости воздуха в помещениях с фанкойлами будут на 20–30% больше, чем в помещениях с блоками VRF.

Если сравнивать кондиционеры по стоимости, то выгоднее будет система «чиллер-фанкойлы». В таблице 1 представлен расчет тепловых избытков и влаговыведений шести офисных помещений.

Таблица 1

Расчет тепловых избытков и влаговыведений офисных помещений

№ помещения	Площадь, м <sup>2</sup>	Расчётный период года	Тепловые избытки		Влаговыведения, г/ч
			Явное тепло, Вт	Полное тепло, Вт	
1	20,2	Тёплый	1634,44	1998,44	523,25
		Холодный	1986,05	2213,55	341,25
2	20,2	Тёплый	1523,94	1751,94	523,25
		Холодный	1816,05	1958,55	213,75
3	15	Тёплый	2234,69	2746,69	736
		Холодный	2614,27	2934,27	480
4	38,44	Тёплый	1717,88	2013,88	425,5
		Холодный	2158,64	2343,64	277,5
5	24,4	Тёплый	1099,19	1395,1	493,5
		Холодный	1457,84	1457,84	277,5
6	22,5	Тёплый	1099,19	1395,1	493,5
		Холодный	1457,84	1457,84	277,5

На основе теплоизбытков в таблице 2 сделан подбор моделей фанкойлов и чиллера, а также наружного и внутренних блоков VRF системы. Системы подобраны от компании Systemair [4].

Таблица 2

## Подбор моделей VRV системы и «чиллер-фанкойлы»

№ помещения	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Количество человек	Количество оргтехники, шт	Количество теплоизбытков, кВт	Модель выбранного настенного блока	Модель выбранного фанкойла
1	58,58	5	5	1,63	SYSVRF2 WALL 22 Q (2,2/2,4 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM18A (1,8/2,7 кВт)
2	58,58	3	5	1,52	SYSVRF2 WALL 22 Q (2,2/2,4 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM18A (1,8/2,7 кВт)
3	43,5	7	7	2,23	SYSVRF2 WALL 28 Q (2,8/3,2 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM27A (2,7/4кВт)
4	111,47	4	5	1,72	SYSVRF2 WALL 22 Q (2,2/2,4 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM18A (1,8/2,7 кВт)
5	70,76	4	3	1,10	SYSVRF2 WALL 22 Q (2,2/2,4 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM18A (1,8/2,7 кВт)
6	65,25	4	3	1,10	SYSVRF2 WALL 22 Q (2,2/2,4 кВт) (хол./теп.)	SYSIMPLE FWM18A (1,8/2,7 кВт)
Суммарная холодопроизводительность всех фанкойлов, кВт					13,8	11,7
Подбираем чиллер IGC IMU-V12A/D2NH с холодопроизводительностью 12 кВт						
Подбираем VRF - SYSVRF 140 AIR EVO HP R с холодопроизводительностью 14 кВт						

В соответствии с подобранным оборудованием и действующим прайсом установлено, что чиллер IGC IMU-V12A/D2NH стоит 330397 руб., фанкойл SYSIMPLE FWM18A – 37480 руб., SYSIMPLE FWM27A – 38520 руб. Общая цена системы «чиллер-фанкойлы» равна 406397 руб.

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2024. Том 04. № 02 (14)

<https://rio-nb-bstu.science>

Цена наружного блока системы VRF SYSVRF 140 AIR EVO HP R – 752115 руб., внутреннего блока SYSVRF2 WALL 22 Q – 115040 руб. и SYSVRF2 WALL 28 Q – 115041 руб. Общая сумма для VRF системы составила 878660 руб.

Следует отметить, что ценовой сегмент у разных производителей отличается, следовательно результат может быть иным, но зачастую системы «чиллер-фанкойлы» оказывается дешевле.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Келлер А.И., Капушак К.И., Делков А.В. Принцип работы VRV/VRF систем кондиционирования воздуха // Научный альманах Центрального Черноземья. 2022. №4. Ч.1. С.85-88
2. Брух С.В. VRF или чиллер? Сравнительный анализ фреоновых и водяных систем кондиционирования воздуха // Журнал С.О.К. №1. 2022. С.62–69
3. ГОСТ 30494-2011.Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
4. Продукция Системэйр. URL: <https://syscool.ru/catalog/> (дата обращения 18.03.2024 г.)

### **Comparative analysis of VRF systems and "chiller fan coils"**

**\*Zaplatkina P.A., Yamleeva E.U.**

Ulyanovsk State Technical University,  
432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets str.,32

email: [\\*zaplatkinap@mail.ru](mailto:*zaplatkinap@mail.ru) , [e.yamleeva@mail.ru](mailto:e.yamleeva@mail.ru)

### **References**

The article provides a comparison of VRF systems and "chiller fan coils". Systems produced by the same company were accepted for analysis for more accurate results. The analysis was carried out according to the following criteria: the actual performance of outdoor VRF units and chillers, the possible range of operation in terms of outdoor air temperature, maintaining relative humidity of the indoor air, the air regime of air-conditioned rooms, the cost of equipment.

*Keywords:* chiller, fan coil, VRF system, coolant, refrigerant.

*Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2024. Том 04. № 02 (14)*  
<https://rio-nb-bstu.science>

## **References**

1. Keller A.I., Kapuschak K.I., Delkov A.V. The principle of operation of VRV/VRF air conditioning systems // Scientific almanac of the Central Chernozem region. 2022. No.4. Part 1.pp.85-88
2. Bruch S.V. VRF or chiller? Comparative analysis of freon and water air conditioning systems // Journal of S.O.K. No.1. 2022. pp.62-69
3. GOST 30494-2011.Residential and public buildings. Indoor microclimate parameters
4. Products of the System. URL: <https://syscool.ru/catalog/> (accessed 03/18/2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_10

УДК 331.101.68

ГРНТИ 67.00.00

ВАК 2.1.16

## Обеспечение безопасности в строительстве

\* Князева В.О.

*Югорский государственный университет,  
628012, Россия, г. Ханты- Мансийск, ул. Чехова, д. 16*

email: \* [valery1knyazeva@gmail.com](mailto:valery1knyazeva@gmail.com)

### Аннотация

В публикации затрагивается тема основных принципов безопасности, которые могут быть в строительстве. Их несколько – создание безопасных условий труда и грамотно подобранные средства индивидуальной защиты, которые в данной сфере играют важную роль для сохранения здоровья. Каждый аспект рассмотрен детально. Найдены способы создания безопасных условий, которые являются наиболее важными для данной сферы.

*Ключевые слова:* принципы, безопасность, средства защиты, условия труда, риски.

Ещё в 3-5 тысячелетии до нашей эры люди открыли для себя строительство. Постройки были из разных материалов: дерево, глина, камень. Люди открыли для себя множество нового посредством строительства: дома, гробницы, мегароны и другие важные, иногда священные, места.

Целью работы является анализ основных принципов безопасности в строительстве.

На первый взгляд всё предельно ясно - безопасность нужна, чтобы работники не пострадали, чтобы сохранили свои жизнь и здоровье. Однако, стоит заметить, что безопасность в строительстве чаще всего носит лишь формальный характер – уберечь процесс работы от штрафов во время проверок. Сфера строительства скрывает в себе огромные риски для здоровья человека, поэтому очень важно соблюдать принципы безопасности в строительстве [1, 2].

Согласно ГОСТ 12.0.002-2014 «Система стандартов безопасности труда ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ» безопасность это - Обеспечение состояния объекта или процесса, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с возможностью причинения вреда.

Из определения следует, что процесс строительства следует организовать таким способом, чтобы снизить риск до минимального уровня, а это можно достичь лишь соблюдением требований безопасности во время работы [3].

Для того, чтобы производство было безопасным, создаются определённые принципы безопасности, соблюдение которых значительно помогает сохранить жизнь и здоровье работников. К таким принципам относятся: создание безопасных условий труда, использование средств индивидуальной защиты.

На любом производстве использование средств индивидуальной защиты – обязательный пункт для сохранения здоровья, а порой и жизни.

К средствам индивидуальной защиты, применяемые на строительных площадках, относятся различные респираторы – они используются при работах с сыпучими материалами, при дроблении камня или при работе пескоструйных аппаратов, т.е. там где работа сопровождается большим количеством пыли.

Затем, обязательным средством защиты являются каски. В касках обязаны ходить все люди, которые попали на рабочую территорию. Работодатель обязан иметь такое количество касок, чтобы хватило не только сотрудникам, но и сторонним лицам, а это значит, что каски должны быть различных цветов. Существует большое количество различных касок, например, каски, которые идут в комплекте сразу с противошумными наушниками или же каски, в которых предусмотрены защитные экраны от пыли. Если работа на стройке проходит при низких температурах, то каски надо использовать с утеплением [4].

Так же необходимым средством защиты на стройке являются беруши, либо же противошумные наушники – для сохранения слуха работающего.

На стройке уделяют особое внимание перчаткам. Используется большое разнообразие средств защиты рук. Это могут быть термостойкие краги, различные перчатки (кожаные, резиновые, резиновые на трикотажной основе, с полимерным покрытием, морозостойкие), рукавицы, термостойкие краги [5].

Для защиты глаз и органов дыхания применяют очки и маски. Очки применяют двух типов: открытые и закрытые. Очки закрытого типа плотно прилегают к коже лица.

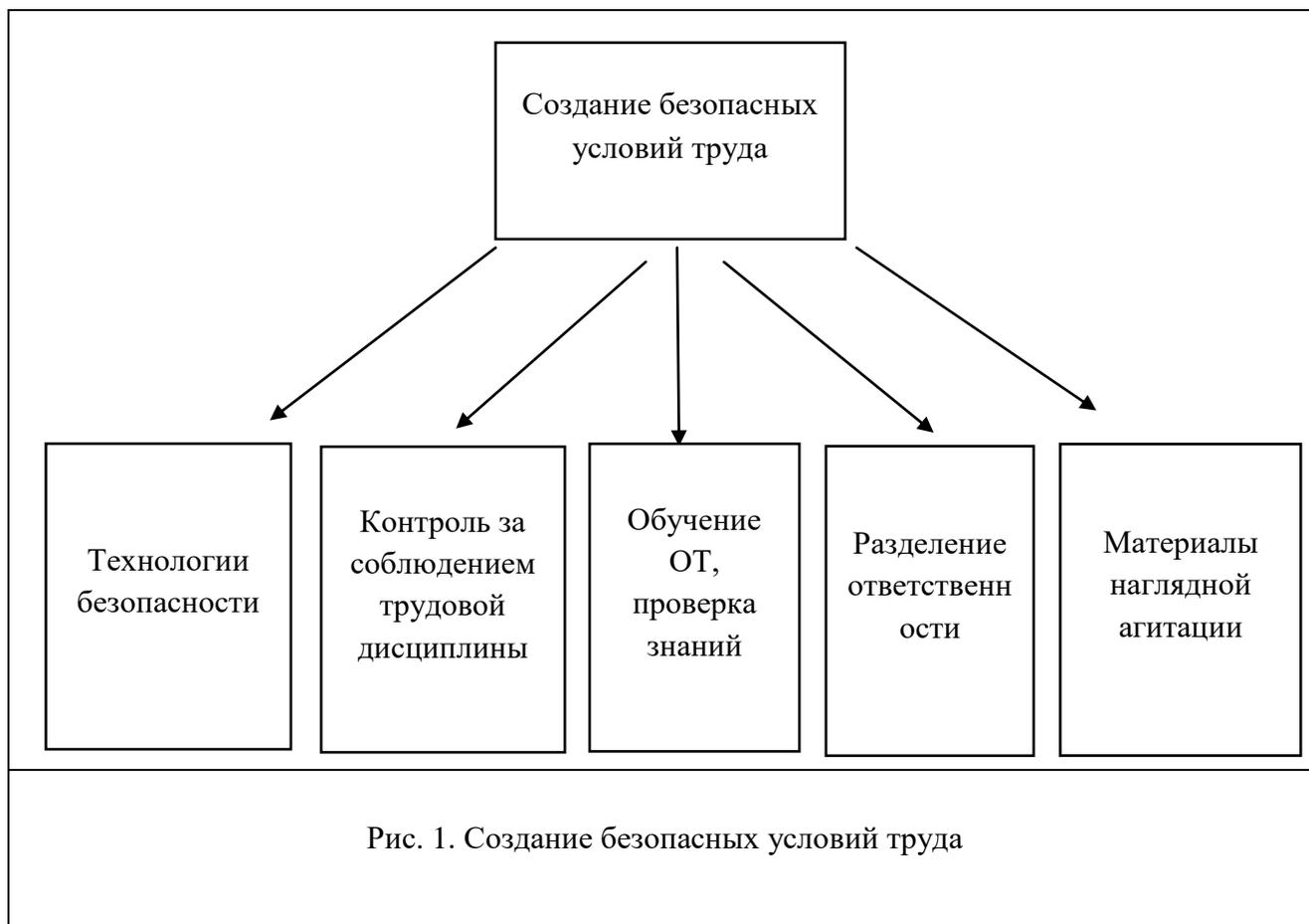
Так же работодатель обязан снабдить работников костюмами спецодежды, которые надо применять только в полной комплектации.

Особенность спецодежды на стройке – это защита коленей и локтей от повреждений.

Для безопасной работы на высоте работники должны использовать монтажное снаряжение – поддерживающие и удерживающие привязи, амортизаторы и страховочные тросы, которые обязаны быть в надлежащем виде для сохранения жизни и здоровья людей, иначе использование этих инструментов запрещено [2].

Для создания безопасных условий труда можно использовать технологии безопасности, контролировать соблюдение трудовой дисциплины, организовывать обучение охране труда на предприятии, производить проверку знаний, при этом обязательно разделять ответственность и также можно использовать материалы наглядной агитации (см рис 1).

Создание безопасных условий труда начинается с того, что к работе на строительном объекте допускаются люди, прошедшие обучение и соответствующий инструктаж, сдавшие все необходимые экзамены [6].



Чтобы создать безопасные условия труда на строительных площадках следует обратить внимание на современные технологии безопасности.

Это набор совершенно разных, но одинаково полезных новшеств, которыми стоит пользоваться для того, чтобы сберечь здоровье работников. Например, системы контроля доступа, системы мониторинга рабочей обстановки, которая в случае нарушения нормы обязательно предупредит, системы дистанционного управления и автоматические системы предупреждения, если человек близок к падению.

Для наблюдения за трудовой дисциплиной работодатель так же может воспользоваться современными технологиями. Например, наблюдение за сотрудниками с помощью дронов, чтобы устранить различные риски и зафиксировать опасные зоны и предотвратить несчастные случаи.

Как написано выше – все сотрудники, которые допущены к работе на строительном объекте – должны пройти всё необходимое обучение, сдать экзамены, а также ознакомиться с всеми обязательными инструктажами.

Так же безопасных условий труда можно достичь, если каждый работник будет знать правила и нормы, которые помогут им предотвратить несчастные случаи, либо же помочь при чрезвычайном происшествии. Для каждого работника, выполняющего именно свой

функционал, предусматриваются индивидуальные требования безопасности и имеются свои, непосредственно для его работы, инструкции.

Чаще всего строительные объекты = это масштабные проекты, в которых задействован не один десяток рабочих, которые имеют различные трудовые обязанности. Это означает, что над каждой бригадой рабочих должен быть их непосредственный начальник, который будет наблюдать не только за правильностью выполнения работы, но и за соблюдением требований безопасности и трудовой дисциплины.

Уровень безопасности на любом производстве – это показатель того, как работники усвоили требования безопасности.

Помимо лекций и видео стоит разрабатывать и выдавать брошюры и различные плакаты, которые будут находиться в постоянном поле зрения работающего человека [7, 1]. Если требования безопасности все время будут вблизи рабочего места, то вполне возможно, что работник не станет нарушать их.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что безопасность превыше всего всегда и везде, независимо от сферы и масштаба производства. Безопасную среду можно создать при соблюдении всех норм и правил, которые усвоят работники.

## **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## **Список литературы**

1. Безопасность в строительстве: как избежать огромных проблем с законом – [Электронный ресурс]. URL: <https://stroitelstvoproektirovanie.com/bezopasnost-v-stroitelstve/> (21.03.2024)
2. Техника безопасности в строительстве: основные правила и мероприятия – [Электронный ресурс]. URL: <https://bpsk.by/o-kompanii/stati/tekhnika-bezopasnosti-v-stroitelstve-osnovnyie-pravila-i-meropriyatiya.html> (19.03.2024)
3. ГОСТ 12.0.002-2014 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ «Система стандартов безопасности труда» – [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200125989> (21.03.2024)
4. Техника безопасности во время строительных работ: нормативные акты и общие правила – [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-biss.ru/blog/dokumentooborot/tekhnika-bezopasnosti-vo-vremya-stroitelnyh-rabot/> (24.03.2024)
5. Строительная пыль: описание и состав, влияние и вред, фильтры для очистки воздуха, защита и уборка пыли – [Электронный ресурс]. URL: <https://fakel-f.ru/> (28.03.2024)
6. Как обеспечить технику безопасности при проведении строительных работ – [Электронный ресурс]. URL: <https://academy.peri.ru/> (26.03.2024)

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2024. Том 04. № 02 (14)

<https://rio-nb-bstu.science>

7. Безопасность в строительстве: ключевые аспекты безопасности – [Электронный ресурс]. URL: <https://centr-utm.ru/> (29.03.2024)

### **Basic principles of safety in construction**

Knyazeva V.O.

Yugra State University

628012, Russia, Khanty-Mansiysk, 16 Chekhov str.,

email: \* [valery1knyazeva@gmail.com](mailto:valery1knyazeva@gmail.com)

In the publication touches on the topic of basic safety principles that can be used in construction. There are several of them – the creation of safe working conditions and well-chosen personal protective equipment, which in this area play an important role for maintaining health. Each aspect is considered in detail. Ways have been found to create safe conditions, which are the most important for this area.

*Keywords:* principles, safety, protective equipment, working conditions, risks.

### **References**

1. Safety in construction: how to avoid huge problems with the law – [Electronic resource]. URL: <https://stroitelstvoproektirovanie.com/bezopasnost-v-stroitelstve/> (21.03.2024)
2. Safety in construction: basic rules and measures – [Electronic resource]. URL: <https://bpsk.by/o-kompanii/stati/tekhnika-bezopasnosti-v-stroitelstve-osnovnyie-pravila-i-meropriyatiya.html> (19.03.2024)
3. GOST 12.0.002-2014 INTERSTATE STANDARD "Occupational safety standards system" – [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200125989> (21.03.2024)
4. Safety during construction works: regulations and general rules – [Electronic resource]. URL: <https://ru-biss.ru/blog/dokumentoorot/tekhnika-bezopasnosti-vo-vremya-stroitelnyh-rabot/> (24.03.2024)
5. Construction dust: description and composition, influence and harm, filters for air purification, protection and dust cleaning – [Electronic resource]. URL: <https://fakel-f.ru/> (28.03.2024)
6. How to ensure safety during construction work – [Electronic resource]. URL: <https://academy.peri.ru/> (26.03.2024)
7. Safety in construction: key aspects of safety – [Electronic resource]. URL: <https://centr-utm.ru/> (29.03.2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_15

УДК 691.32

ГРНТИ 67.09.33

ВАК 2.1.5

## **Исследование механических свойств пенобетона**

\* Постовой А. А., Дмитриенко В.А.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,  
346506, Россия, г. Шахты, ул. Шевченко, 147*

email: \* [aleksandr.postovoy01@mail.ru](mailto:aleksandr.postovoy01@mail.ru), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

### **Аннотация**

В статье приведены результаты оценки влияния плотности образцов пенобетона на прочность и модуль упругости, необходимые для проектирования объектов, возводимых методом 3D-печати. Испытания проводились на стандартных образцах-балочках, которые были изготовлены из трёх составов пенобетона различной плотности по специальной методике, позволяющей фиксировать продольные деформации испытываемых образцов одновременно с их нагружением. Это позволяло рассчитывать модуль упругости образцов вместе с определением их прочности на сжатие. На основе полученных данных построены графики зависимости прочности на сжатие и модуля упругости от средней плотности составов. Установлены зависимости прочности и модуля упругости пенобетона от его плотности. Данные результаты послужат основой, для прогнозирования механических характеристик пенобетона при проектировании конструкций.

*Ключевые слова:* пенобетон, модуль упругости, деформации, призмы, прочность, плотность.

### **Теория и методы исследования**

В современном строительстве всё большее внимание уделяется энергоэффективности и экологической безопасности строительных материалов, одним из таких примеров является пенобетон, обладающий высокими показателями теплоизоляции и прочности. Данный материал имеет значительные перспективы для дальнейшего применения в аддитивных технологиях, то есть при печати зданий с помощью 3D-принтеров [1-2]. В этом случае, при разработке нового состава требуется тщательное изучение его свойств и характеристик. Одним из ключевых свойств, определяющих качество и надёжность пенобетона является модуль упругости, который отражает способность материала противостоять деформациям при возникновении внешних нагрузок.

Целью проведённых исследований является оценка влияния плотности образцов пенобетона на прочность и модуль упругости. Для проведения исследования было решено использовать

половинки призм (полученные после испытаний стандартных образцов балочек 40×40×160 мм на изгиб).

Для проведения экспериментального исследования было решено приготовить три состава пенобетона по одностадийной технологии, плотностью: 700, 900 и 1100 кг/м<sup>3</sup>. В качестве пенообразователя применялся «Ареком-4». Для приготовления раствора использовался турбулентный смеситель.

Полученными составами заполнялись формы и выдерживались в ванне с гидрозатвором три дня. Затем образцы извлекались из форм и вновь помещались в ванну где хранились до испытаний.

Испытания образцов на сжатие выполнялись на гидравлическом прессе E160N, электронный блок которого автоматически записывал результаты нагружения на карту памяти. Деформации фиксировались с помощью трёх электронных индикаторов, закреплёнными на стойках верхней траверсы пресса, как показано на рис. 1. Данные с электронных индикаторов ежесекундно поступали на ноутбуки в файлы Excel [3].



Рис. 1. Испытание половинки призмы на сжатие в горизонтальном положении  
(разработано автором)

Испытания на изгиб и сжатие проводились в соответствии с ГОСТ 310.4-81. После определения прочности на изгиб, половинки образцов испытывались на сжатие. Причём часть из них разрушалась с помощью накладных пластин площадью 25 см<sup>2</sup>, то есть при горизонтальном расположении образцов.

Другая часть после шлифовки излома строго перпендикулярно продольной оси, располагались на плитах пресса вертикально. Высота образцов призм колебалась в пределах 68 – 77 мм. Для каждого испытания изготавливались по 6 образцов-балочек соответствующей плотности. При выполнении расчётов образцы с явно аномальными результатами испытаний из выборок исключались.

### Полученные результаты и их обсуждение

Основным показателем от которого зависят механические характеристики пенобетона является его плотность. Поэтому до испытаний на прессе образцы взвешивались, определялись геометрические размеры, рассчитывались объём и средняя плотность.

Как указывалось выше, при разрушении образцов на сжатие в автоматическом режиме записывалась нагрузка и показания индикаторов, регистрирующих продольные деформации. По окончании испытаний, производились расчёты напряжений и прочности для каждого образца. Полученные данные по продольным деформациям использовались для расчёта модуля упругости и обрабатывались в специальной программе. Далее выполнялся расчёт средних значений показателей (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний

Номер состава	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа	Модуль упругости, МПа
1	1,124	4,487	22,491
	1,123	4,718	18,384
	1,223	5,362	19,043
	1,167	5,157	32,706
	1,218	5,165	27,964
Среднее	1,171	4,978	24,118
2	0,956	3,233	11,572
	0,934	3,092	10,611
	0,914	3,323	11,054
	0,955	2,713	8,044
	0,931	2,930	10,609
	0,938	2,892	9,947
Среднее	0,938	3,031	10,306
3	0,700	1,578	3,078
	0,699	1,612	3,358
	0,604	1,250	1,664
	0,592	1,156	1,729
	0,609	1,220	1,475
Среднее	0,641	1,363	2,261

Анализ полученных данных, свидетельствует о корреляционной связи между плотностью пенобетона и прочностью, а также между плотностью и модулем упругости, что отражено на графиках (рис. 2 - 3).

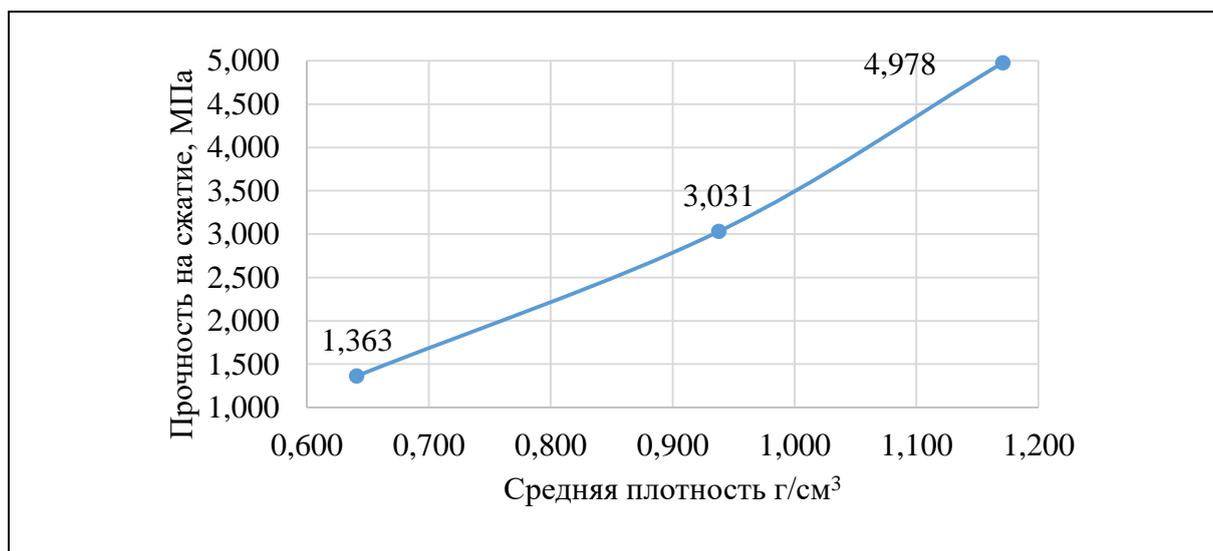


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие от средней плотности составов (разработано автором)

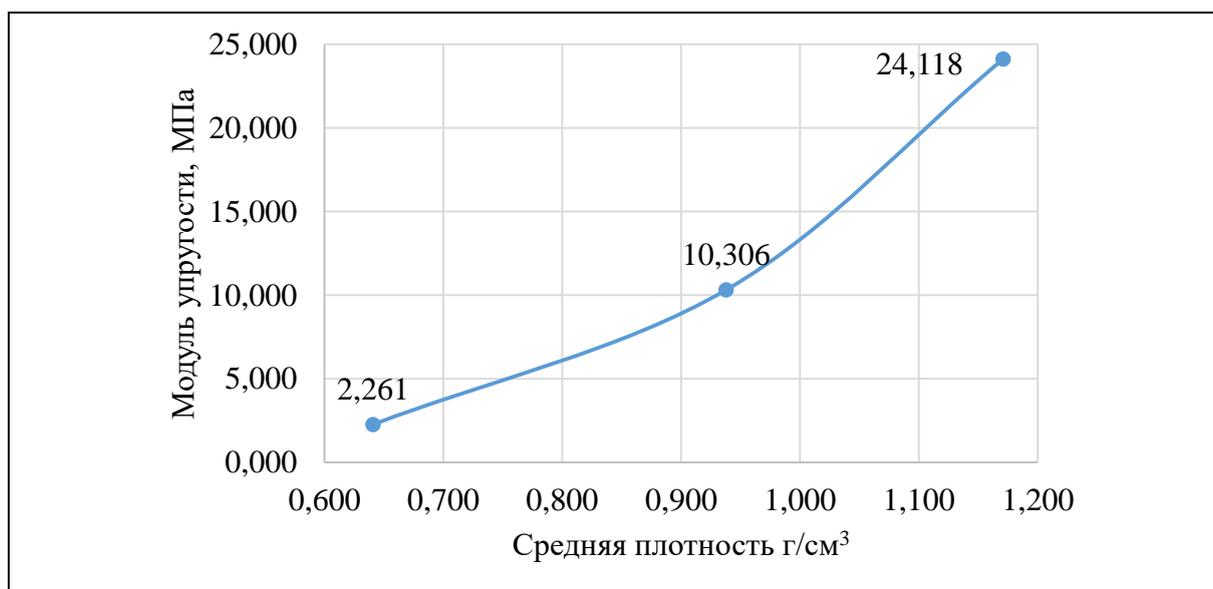


Рис. 3. Зависимость модуля упругости от средней плотности составов (разработано автором)

На основе полученных данных, можно сделать вывод, что увеличение плотности пенобетона приводит соответственно к росту прочностных характеристик материала и его модуля упругости. На рис. 3 видно, что модуль упругости увеличился практически в 12 раз, при увеличении плотности материала с  $0,641 \text{ г/см}^3$  ( $641 \text{ кг/м}^3$ ) до  $1,171 \text{ г/см}^3$  ( $1171 \text{ кг/м}^3$ ), что свидетельствует о зависимости модуля упругости от плотности материала.

После проведения аналогичных исследований с другими значениями средней плотности пенобетонных составов при условии отсутствия значительных отклонений, приведённые результаты могут служить основой для разработки моделей определения прочности и модуля упругости в зависимости от плотности образцов.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Ахтямова Э. Р., Кропачев Р. В. Перспектива применения 3D-принтеров в массовом строительстве // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2018. № 2. С. 25. EDN YVMXNN.
2. Абдыбалиев М. К., Босумбекова Ы. Т., Мамыралиев Т. А., Мещеряков А. А. Мировой опыт применения пенобетона в строительстве // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. 2018. № 3 (61). С. 77-81. EDN YRIWXR.
3. Постовой А. А., Ряжских А. И. Автоматизация испытаний по определению модуля упругости портландцементных растворов с добавлением полипропиленовой микрофибры // МИЛЛИОНЩИКОВ-2023: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Грозный, 30–31 мая 2023 года. Грозный: Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, 2023. С. 176-179.

### **Investigation of the mechanical properties of foam concrete**

\*Postovoy A. A., Dmitrienko V.A.

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU,  
147 Shevchenko str., Shakhty, 346506, Russia*

email: \* [aleksandr.postovoy01@mail.ru](mailto:aleksandr.postovoy01@mail.ru), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

The article presents the results of evaluating the effect of the density of foam concrete samples on the strength and modulus of elasticity necessary for the design of objects erected by 3D printing. The tests were carried out on standard samples-beams, which were made of three compositions of foam concrete of different densities according to a special technique that allows fixing the longitudinal deformations of the tested samples simultaneously with their loading. This made it possible to calculate the modulus of elasticity of the samples together with the determination of their compressive strength. Based on the data obtained, graphs of the dependence of compressive strength and modulus of elasticity on the average density of the compositions are constructed. The dependences of the strength and modulus of elasticity of foam concrete on its density are established. These results will serve as a basis for predicting the mechanical characteristics of foam concrete in the design of structures.

*Keywords:* foam concrete, modulus of elasticity, deformation, prisms, strength, density.

## **References**

1. Akhtyamova E. R., Kropachev R. V. The prospect of using 3D printers in mass construction // APRIORI. Series: Natural and Technical Sciences. 2018. No. 2.p. 25. EDN YVMXNN.
2. Abdybaliev M. K., Bosumbekova Y. T., Mamyrallyev T. A., Meshcheryakov A. A. World experience in the use of foam concrete in construction // Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N.Isanov. 2018. No. 3 (61). pp. 77-81. EDN YRIWXR.
3. Postovoy A. A., Ryazhskikh A. I. Automation of tests to determine the modulus of elasticity of Portland cement solutions with the addition of polypropylene microfiber // MILLIONSHCHIKOV-2023: Materials of the VI All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation, Grozny, May 30-31, 2023. Grozny: Grozny State Petroleum Technical University named after Academician M.D. Millionshchikov, 2023. pp. 176-179.

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_21

УДК 691.32

ГРНТИ 67.09.33

ВАК 2.1.5

## **Оценка адекватности определения упругих характеристик бетонных образцов**

\* Рязских А.И., Дмитриенко В.А.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,  
346506, Россия, г. Шахты, ул. Шевченко, 147*

email: \* [alex.ryazhskih@mail.ru](mailto:alex.ryazhskih@mail.ru), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

### **Аннотация**

Для обеспечения объективности проектных решений при использовании современных методов расчётов требуется введение упругих характеристик бетона в качестве исходных данных. Целью исследования является оценка точности определения упругих характеристик бетонных образцов при их испытании на сжатие.

Оценка выполнена при проведении исследований тяжёлого бетона, а также модифицированных составов мелкозернистого и опилкобетона.

Испытания образцов проводились по специально разработанной методике, в автоматическом режиме с синхронизацией нагружения и измерения продольных деформаций при испытании образцов бетона на сжатие, что позволило определять модуль упругости и модуль полной деформации с минимальными затратами труда и материалов.

На основе статистической обработки результатов испытаний определены коэффициенты вариации и ошибки измерений по каждому составу.

*Ключевые слова:* бетон, модуль упругости, деформации, кубики, прочность, плотность.

### **Теория и методы исследования**

В настоящее время проектирование сложных конструкций или объектов осуществляется, как правило, с применением программных комплексов.

При расчётах в качестве исходных данных требуется введение таких характеристик материалов как модуль упругости и коэффициент Пуассона, а иногда и модуль полной деформации.

Такие показатели производителями бетонных смесей не приводятся, поэтому в расчётах используются справочные данные [1].

Однако с каждым годом увеличиваются объёмы применения модифицированных составов, характеристики которых могут значительно отличаться от справочных.

Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона осуществляется при испытании призм из бетона. Причём нагружение образца должно производиться до уровня  $40 \pm 5\%$  ступенями, равными 10 % от ожидаемой разрушающей нагрузки, с сохранением в пределах каждой ступени скорость нагружения ( $0,6 \pm 0,2$ ) МПа/с. Кроме этого на каждой ступени производится выдержка нагрузки от 4 до 5 мин с фиксацией показаний приборов в начале и в конце выдержки ступени. Выполнить такие требования может только высококлассный специалист, имеющий значительный опыт работы с прессовым оборудованием.

Поэтому разработка методики, упрощающей получение упругих характеристик является весьма актуальной. Однако в этом случае возникает вопрос о достоверности исследований. Он может быть решен при статистической обработке результатов измерений, которая заключается в следующем: задается определенная точность измерений; проводится несколько измерений; с использованием методов статистики рассчитывается точность измерений, если она не превышает заданной, то измерения прекращают; если же требуемая точность не достигнута, то измерения продолжают пока результат не будет соответствовать заданному. В этом случае потребуется увеличение числа испытаний и соответственно количества образцов. Это приведёт к значительному росту затрат труда и материалов на проведение исследований [2].

С целью снижения затрат предлагается определять модуль упругости по результатам определения прочности бетона на сжатие с автоматизацией фиксации нагрузки и продольных деформаций весь период нагружения образца до разрушения через заданные интервалы времени. Это позволит более точно выдерживать скорость нагружения, а по полученному графику нагружения устанавливать требуемый интервал для расчёта напряжений образца в зависимости от предельной нагрузки [3].

Точность измерений и соответствующих расчётов существенно возрастают поскольку влияние человеческого фактора минимально.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

На данном этапе исследований проведена оценка точности определения плотности, прочности на сжатие и модуля упругости четырёх составов бетона: контрольный, два мотивированных полипропиленовой фиброй и опилкобетона.

В качестве характеристики точности оценки и ширины доверительного интервала использован относительный показатель точности.

$$E = \Delta x / \bar{x}.$$

Числовое значение показателей  $\Delta x$  и  $E$  определяется расчётным путём с использованием результатов измерений и в соответствии с правилами прикладной статистики и определением выборочной средней  $\bar{x}$ , среднего квадратического отклонения, дисперсии и абсолютной погрешности (отклонения). В зависимости от числа измерений в каждой выборке и принятой доверительной вероятности принимался коэффициент распределения Стьюдента. Результаты испытаний образцов и расчётов статистических показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Результаты испытаний

Состав	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на сжатие, МПа	Модуль упругости, МПа
Контрольный	2338.515	29.912	242.986
	2251.774	22.478	178.731
	2325.246	29.411	330.483
	2217.019	30.666	271.586
Среднее значение	2283.138	28.117	255.947
Коэффициент варьирования	0,026	0,135	0,246
Показатель точности, %	3,98	20,65	37,7
Модифицированный 1% фибры	2241.000	28.602	285.263
	2264.000	33.617	294.724
	2276.000	33.216	297.939
	2277.000	32.319	302.472
	2280.000	31.701	283.277
	2278.000	25.239	233.819
Среднее значение	2269.333	30.619	279.377
Коэффициент варьирования	0,007	0,105	0,089
Показатель точности, %	0,95	15,18	12,8
Модифицированный 2% фибры	2231.000	23.267	207.163
	2119.208	30.571	444.518
	2256.000	30.412	308.033
	2212.000	32.413	294.156
	2219.000	28.167	280.536
Среднее значение	2207.441	30.391	331.811
Коэффициент варьирования	0,024	0,122	0,281
Показатель точности, %	3,49	18,0	41,59
Опилкобетон	1588.720	20.893	214.867
	1534.564	19.012	97.226
	1367.396	14.045	103.050
	1378.984	12.069	55.772
	1533.000	18.994	80.087
	1528.000	19.935	128.876
	1553.000	20.803	150.078
	1524.000	22.434	187.162
Среднее значение	1500.958	18.523	127.140
Коэффициент варьирования	0,054	0,194	0,427
Показатель точности, %	7,61	27,14	59,75

Для визуального представления отклонения показателей в пределах одной выборки на рисунках 1 и 2 представлены зависимости прочности на сжатие и модуля упругости от плотности контрольного состава бетона.

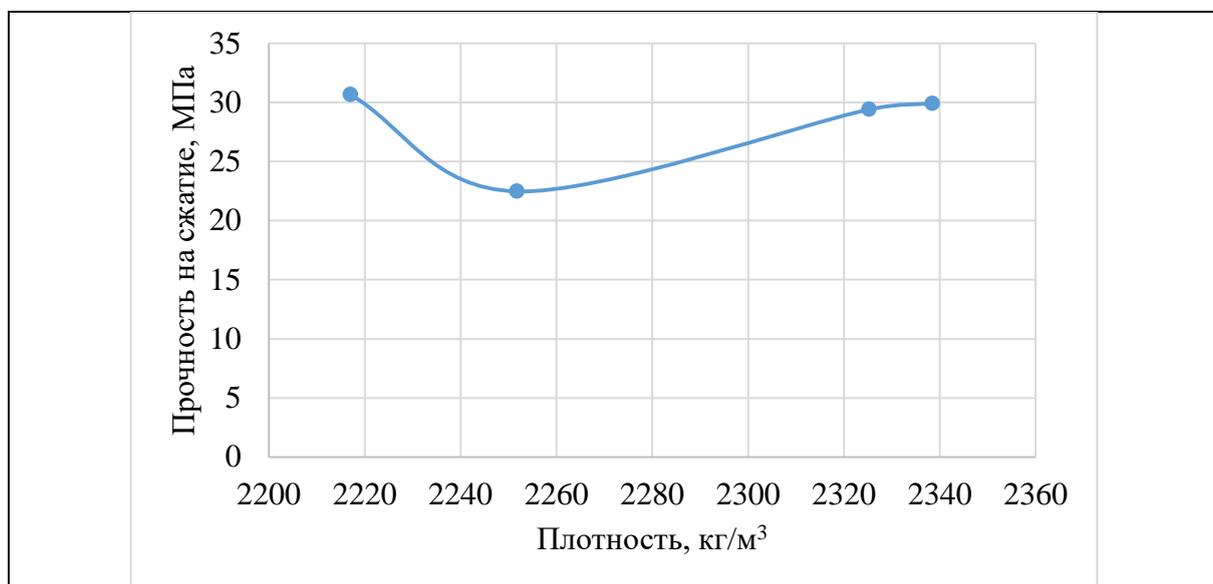


Рис. 1. Зависимость прочности на сжатие от плотности образцов без добавок (разработано автором)

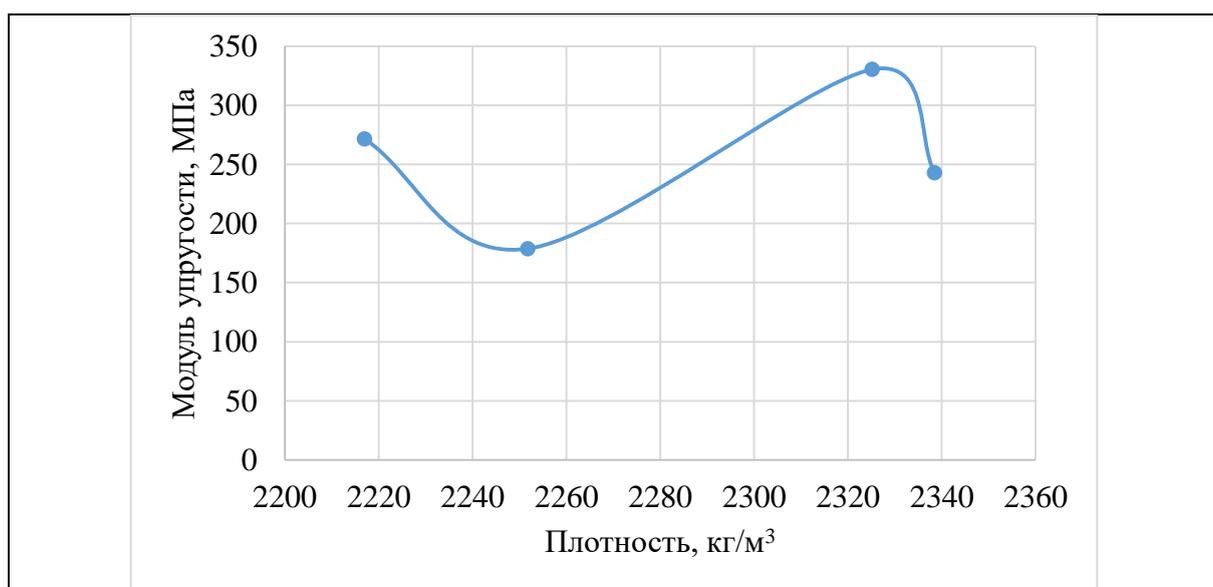


Рис. 2. Зависимость модуля упругости от плотности образцов без добавок (разработано автором)

Анализ представленных результатов показывает, что с усложнением процесса измерений значительно возрастает коэффициент варьирования и показатель точности, несмотря на удаление из выборок значений с максимальным отклонением от генеральной средней.

То есть для многокомпонентных систем вероятность значительных отклонений механических показателей даже в пределах одного замеса не редкость, поэтому применение статистической обработки данных является необходимым условием получения достоверных характеристик материалов. В свою очередь это потребует увеличения числа испытаний.

В этой связи обоснование предложенной методики определения модуля упругости будет иметь очень важное значение с точки зрения затрат.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 24452-2023. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона: межгосударственный стандарт: издание официальное: дата введения 2014-01-01 / разработан Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева. – Москва: Российский институт стандартизации, 2024. – 16 с.; 29×21 см. – Библиогр.: с. 6
2. Низина Т.А. Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов / Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С. Текст: непосредственный // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2015. – № 4. – С. 91-95.
3. Страданченко С.Г. Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства / Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н – Текст: непосредственный // Инженерный вестник Дона, – 2013, – №4. – С. 2-4.

### **Assessment of the adequacy of determining the elastic characteristics of concrete samples**

\*Ryazhskih A.I., Dmitrienko V.A.

<sup>1</sup>*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU, 147 Shevchenko str.,  
Shakhty, 346506, Russia*

email: \* [alex.ryazhskih@mail.ru](mailto:alex.ryazhskih@mail.ru), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

To ensure the objectivity of design decisions when using modern calculation methods, it is necessary to introduce the elastic characteristics of concrete as initial data. The purpose of the study is to assess the accuracy of determining the elastic characteristics of concrete samples during compression testing. The assessment was carried out during studies of heavy concrete, as well as modified compositions of fine-grained and sawdust concrete. The samples were tested using a specially developed method, in an automatic mode with synchronization of loading and measurement of longitudinal deformations when testing concrete samples for compression, which made it possible to determine the elastic modulus and the total deformation modulus with minimal labor and materials. Based on statistical processing of test results, the coefficients of variation and measurement errors for each composition were determined.

*Keywords:* concrete, modulus of elasticity, deformations, cubes, strength, density.

## **References**

1. GOST 24452-2023. Concrete. Methods for determining the prismatic strength, modulus of elasticity and Poisson's ratio: interstate standard: official publication: date of introduction 2014-01-01 / developed by the A.A. Gvozdev Scientific Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete. – Moscow: Russian Institute of Standardization, 2024. – 16 p. ; 29×21 cm. – Bibliogr.: p. 6
2. Nizina T.A. Experimental studies of dispersed-reinforced fine-grained concretes / Nizina T.A., Balykov A.S., Saraykin A.S. Text: direct // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. – 2015. – No. 4.- pp. 91-95.
3. Stradanchenko S.G. Development of effective fiber concrete compositions for underground construction / Stradanchenko S.G., Pleshko M.S., Armeiskov V.N. – Text: direct // Engineering Bulletin of the Don, – 2013, – No.4. – pp. 2-4.

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_27

УДК 628.973.2

ГРНТИ 67.01.95

ВАК 2.1.3

## **The Significance of Festive Illumination in Forming a Holiday Atmosphere in Commercial Spaces**

\*Tomaka K., Tsapaeva Y.A.

*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering  
190005, Russia, Saint-Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya st., 4*

email: \* [katrina.tomaka@gmail.com](mailto:katrina.tomaka@gmail.com), [yutsapaeva@lan.spbgasu.ru](mailto:yutsapaeva@lan.spbgasu.ru)

The festive illumination and its influence on the holiday atmosphere has been actively studied within the framework of architectural lighting projects as illumination contributes significantly to the holiday ambiance [1]. However, the significance of festive lighting specifically tailored for commercial spaces remains underestimated and underexplored. In many cases, the application of festive lighting is relegated to solely functional or decorative without considering its profound impact on consumer behaviour and emotional engagement. This paper aims to illuminate the unexplored potentials of festive lighting in commercial contexts, arguing for a more nuanced and strategic approach that can transform shopping environments and enhance the consumer experience.

*Keywords:* festive lighting, lighting technology, architecture, consumer behaviour, commercial spaces.

### **Theory and Research Methods**

This paper deals with the festive lighting implementation in commercial areas, which represents a complex and extensive lighting project that involves elaborate lighting arrangements, layered lighting structures, and assortments of different lighting fixtures [2].

Beyond embellishment, festive lighting in business premises serves as a pivotal element in creating an engaging and welcoming environment that can transform consumer perception and enhance their overall experience during the holiday seasons. Effective festive lighting not only captures the essence of the holiday spirit but also supports commercial objectives by increasing dwell time and encouraging consumer spending [3].

The constrained understanding among entrepreneurs regarding the potential of lighting to create a holiday ambiance in commercial spaces often results in stereotypical approaches and a reduced interest in the development of sophisticated holiday lighting strategies. This paper provides insights into the importance of festive lighting and its design aspects that influence the holiday atmosphere

in commercial areas as well. Without a nuanced appreciation of these factors, businesses may fail to leverage the opportunity to attract customers.

Festive lighting has a profound psychological impact on consumers, creating an environment that can significantly enhance their mood and satisfaction levels. Studies have demonstrated that people exhibit more positive emotional states when they are satisfied with the ambiance of the public space, which festive lighting can greatly influence. This satisfaction extends beyond mere enjoyment of the holiday visuals; it includes a heightened sense of engagement and connection with the space. [4]

Furthermore, the ambiance of a place, particularly in urban commercial zones, plays a crucial role in how individuals perceive and interact with their environment. "Although the ambiance of urban places is already recognized to have an effect on how people perceive places... it remains difficult to measure and analyse the atmosphere/ambiance of a place" [4]. This complexity often leads to underutilization in commercial strategies, where the potential of festive lighting to transform shopping experiences is not fully exploited.

The interplay of architecture, lighting, and art forms a triad that can drastically improve the attractiveness and functionality of commercial spaces [3]. Modern architectural theories support the integration of these elements, suggesting that a well-designed commercial area that incorporates artistic lighting can appeal to both locals and tourists. The transitory nature of festive lighting and art installations offers a dynamic appeal, making commercial areas prime destinations for event-tourism, especially during holidays.

Proper festive illumination [5] requires consideration of numerous factors. Specifically, it should feature a harmonious and modern design that aligns with current trends, which change annually and must also be taken into account. It is advisable to make light installations mobile and dynamic, incorporating several alternating operational modes. This approach is more effective in attracting customers than a static lighting display.

## **Results and Discussion**

Fostering creativity and innovation in festive lighting designs enables commercial establishments to create unique illumination that affects the holiday ambiance to engage customers emotionally [6]. By embracing diverse and dynamic lighting arrangements, business premises can stand out from the competition, offering memorable shopping experiences that resonate on an emotional level with consumers.

This approach involves understanding the nuances of lighting design, such as colour, intensity, and interplay with architectural features, to create a cohesive and inviting holiday atmosphere. To achieve an optimal festive lighting design in retail areas warm colour temperatures are advisable for creating a cosy and inviting atmosphere, which is often associated with holiday warmth and intimacy. These hues can be enhanced with strategic placements that accentuate key architectural elements, such as columns, alcoves, and facades, to draw attention and create depth. Additionally, the interplay of light with architectural features should consider dynamic elements that can change over time or in response to human interaction. Lighting intensity should be moderate, resembling the soft glow of candlelight to enhance comfort and aesthetic appeal.

In conclusion, festive illumination plays a critical role in shaping the holiday atmosphere within commercial spaces, affecting consumer perceptions and behaviours in profound ways [3]. Lighting in retail areas is a significant factor that influences consumer behaviour and shapes the spatial characteristics of a sales venue, its visual accessibility, and the corresponding shopping ambiance [7]. By implementing innovative and strategically designed festive lighting, commercial establishments can enhance the aesthetic appeal of their spaces and create a more engaging and emotionally resonant environment. This paper underscores the need for a deeper understanding and appreciation of holiday lighting's potential benefits, advocating for a more thoughtful and innovative approach to its use in commercial settings. The future of commercial festive lighting lies in its ability to merge functionality with artistry, creating stunning and emotionally captivating spaces.

The further research efforts could be concentrated on investigating how different festive lighting configurations interact with consumer psychology during the holiday season. This could involve controlled experiments to determine the optimal settings for enhancing shopping experiences.

### **Conflict of interest**

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper and that they are unaware of any potential conflicts of interest from third parties at present.

### **References**

1. Shopping Centre Christmas Lights & Displays [Electronic resource] // MK illumination : [website]. URL: [www.mkillumination.co.uk/shopping-centre-christmas-lights-displays/](http://www.mkillumination.co.uk/shopping-centre-christmas-lights-displays/) (accessed 28.03.2024).
2. Novogodneye osveshcheniye dlya torgovykh tsentrov [Electronic resource] // Era - energiya sveta : [website]. URL: [www.eraworld.ru/solutions/product/37-novogodnee-osveschenie-dlya-torgovykh-centrov.html](http://www.eraworld.ru/solutions/product/37-novogodnee-osveschenie-dlya-torgovykh-centrov.html) (accessed 11.04.2024).
3. Khusnutdinova S., et al. Tangible and intangible assets of city environment: architecture, city lighting and art aspects // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. V. 890. 012020. [online] Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/890/1/012020/pdf> (accessed on: 14.04.2024).
4. Weijers-Perree M., Dane G., van den Berg P. Analyzing the Relationships between Citizens' Emotions and their Momentary Satisfaction in Urban Public Spaces // Sustainability. 2020. 12(7921). [online] Available at: [https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/163629594/sustainability\\_12\\_07921\\_v2.pdf](https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/163629594/sustainability_12_07921_v2.pdf) (accessed on: 16.04.2024).
5. Organizatsiya osveshcheniya: Novogodneye osveshcheniye torgovykh tsentrov i magazinov [Electronic resource] // ProfElectro - Experts Blog : [website]. URL: <https://shop.p-el.ru/blog/stati/organizatsiya-osveshcheniya/novogodnee-osveschenie-torgovykh-tsentrov-i-magazinov/> (accessed on: 10.04.2024).

*Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2024. Том 04. № 02 (14)*

<https://rio-nb-bstu.science>

6. Pashintseva T. Chistmas Lights in Manhattan // MOST №2. LIGHT IN THE CITY. Moscow: MOST, 2017. – P.242-251.

7. Onshina A.S. Evaluation of light environment in sales area according to spatial characteristics // Vestnik tsivilizatsii. 2010. 3(94). [online] Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-svetovoy-sredy-torgovyh-zalov-po-prostranstvennym-harakteristikam/viewer> (accessed on: 14.04.2024).

### **Роль освещения в формировании праздничной обстановки в торговых объектах**

\*Томака К., Цапаева Ю.А.

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,  
190005, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская 4*

email: \* [katrina.tomaka@gmail.com](mailto:katrina.tomaka@gmail.com), [yutsapaeva@lan.spbgasu.ru](mailto:yutsapaeva@lan.spbgasu.ru)

Влияние светового оформления на атмосферу праздника активно изучается в рамках проектов архитектурного освещения, поскольку оно значительно способствует созданию ощущения веселого торжества [1].

Тем не менее, значение праздничной иллюминации, специально адаптированного для коммерческих пространств, остается недооцененным и недостаточно изученным. Во многих случаях применение праздничного освещения сводится лишь к функциональному или декоративному аспекту, без учета его глубокого воздействия на поведение потребителей и их эмоциональное вовлечение.

Данная статья направлена на разъяснение неизученных потенциалов светового оформления в коммерческих контекстах, аргументируя в пользу более детального и стратегического подхода, который может изменить торговую среду и улучшить качество обслуживания потребителей.

*Ключевые слова:* праздничное освещение, светотехника, архитектура, поведение потребителей, торговые объекты.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## Список литературы

1. Shopping Centre Christmas Lights & Displays [Электронный ресурс] // МК illumination. URL: [www.mkillumination.co.uk/shopping-centre-christmas-lights-displays/](http://www.mkillumination.co.uk/shopping-centre-christmas-lights-displays/) (дата обращения: 28.03.2024).
2. Новогоднее освещение для торговых центров [Электронный ресурс] // Эра – энергия света. URL: [www.eraworld.ru/solutions/product/37-novogodnee-osveschenie-dlya-torgovyh-centrov.html](http://www.eraworld.ru/solutions/product/37-novogodnee-osveschenie-dlya-torgovyh-centrov.html) (дата обращения: 11.04.2024).
3. Khusnutdinova S., et al. Tangible and intangible assets of city environment: architecture, city lighting and art aspects [Электронный ресурс] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Т. 890. 012020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/890/1/012020/pdf> (дата обращения: 14.04.2024).
4. Weijers-Perree M., Dane G., van den Berg P. Analyzing the Relationships between Citizens' Emotions and their Momentary Satisfaction in Urban Public Spaces [Электронный ресурс] // Sustainability. 2020. 12(7921). URL: [https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/163629594/sustainability\\_12\\_07921\\_v2.pdf](https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/163629594/sustainability_12_07921_v2.pdf) (дата обращения: 16.04.2024).
5. Организация освещения: Новогоднее освещение для торговых центров и магазинов [Электронный ресурс] // ПрофЭлектро – Блог экспертов. URL: <https://shop.p-el.ru/blog/stati/organizatsiya-osvesheniya/novogodnee-osveschenie-torgovykh-tsentrov-i-magazinov/> (дата обращения: 10.04.2024).
6. Пашинцева Т. Предновогодние огни Манхэттена // MOST №2. LIGHT IN THE CITY. Москва: MOST, 2017. – С.242-251.
7. Оншина А. С. Оценка световой среды торговых залов по пространственным характеристикам // Вестник цивилизации. 2010. 3(94). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-svetovoy-sredy-torgovyh-zalov-po-prostranstvennym-harakteristikam/viewer> (дата обращения: 14.04.2024).

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_32

УДК 624.13

ГРНТИ 67.01.77

ВАК 2.1.8

## **Исследование напряженно-деформированного состояния грунтовых насыпей**

\* Шевырева К. И., Дмитриенко В.А.

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,  
346506, Россия, г. Шахты, ул. Шевченко, 147*

email: \* [foxkar42@gmail.com](mailto:foxkar42@gmail.com), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

### **Аннотация**

В статье отмечена недостаточная пропускная способность автомобильных дорог страны, требующая значительных объёмов реконструкции. Одним из вариантов сокращения площадей для строительства развязок может быть применение подпорных стен.

Для обоснования их использования приведено исследование напряженно-деформированного состояния насыпи из песчаного грунта с заменой откоса подпорной стенкой с целью сокращения площади строительства.

Расчёты выполнены путём моделирования методом конечных элементов с использованием программного комплекса PLAXIS 2D.

Для обеспечения объективности исследований установлены граничные условия, определены геометрические размеры модели, подобрана модель грунта и тип ее поведения. Проанализировано распределение напряжений и деформаций в насыпи.

Определены зоны максимальных смещений и отмечено предельное состояние поверхности насыпи на контакте со стенкой и грунта откоса.

*Ключевые слова:* насыпь, подпорная стена, моделирование, деформации грунта, напряжения.

### **Теория и методы исследования**

Транспортная сеть России формировавшаяся в основном во второй половине прошлого века, к настоящему времени практически полностью исчерпала свои возможности. Особенно остро эта проблема имеет место в населённых пунктах, поскольку количество транспортных средств растёт значительными темпами. Поэтому в Российской Федерации принята программа по строительству новых и реконструкции существующих дорог.

Однако увеличение пропускной способности автомобильных дорог связано с необходимостью возведения транспортных развязок, путепроводов, мостов и т.п. В этом случае потребуется устройство насыпей, что связано с потребностью новых площадей для

строительства. На территории городов это потребует отчуждения земель, находящихся в пользовании организаций и населения.

Значительному снижению площадей для устройства насыпей может способствовать широкое применение подпорных стен. Наиболее экономичными с точки зрения материальных и финансовых затрат, являются тонкие подпорные стенки. Однако для обеспечения их надёжности требуется тщательная оценка напряжённо-деформированного состояния (НДС) насыпи и стены, которая может быть выполнена путём моделирования в плоской постановке задачи.

По нашему мнению, для этого целесообразно использовать программный комплекс PLAXIS 2D, позволяющий осуществлять оценку НДС грунтового массива моделированием методом конечных элементов (МКЭ) [1-3].

В качестве примера проведено исследование модели насыпи с подпорной стенкой высотой 10 м, заглубление в грунт принято 2 м. для расчётов принята упругопластическая модель упрочняющегося грунта *Hardening soil*. Тип поведения материала установлен *Drained*, который характеризует почвы, обеспечивающие умеренный сток воды без образования луж, застоев и заболачивания.

Форма насыпи трапецевидная с геометрическими размерами нижнего основания – 19 м, верхнего – 10 м, угол откоса составлял – 41°. Основные размеры модели приняты с таким расчётом чтобы поля напряжений и деформаций не достигали её границ. Чтобы обеспечить геометрическую неизменяемость нижняя граница массива грунта закреплена в горизонтальной и вертикальной плоскости, а боковые только в горизонтальной. Нагрузка на насыпь принята – 5 кПа. Механические характеристики грунта насыпи приняты следующие: угол внутреннего трения  $\varphi = 32^\circ$ ; модуль деформации в стабилизированном состоянии  $E_{oed}^{ref} = 40000 \text{ кН/м}^2$ .

## Полученные результаты и их обсуждение

Расчет выполнен с учётом собственного веса грунта и бетонной стены, а также принятой внешней нагрузки. Анализ результатов расчёта показал, что наибольшие деформации (рис. 1) наблюдаются на контакте верхней кромки стенки и поверхности насыпи и составили 0,043 м, то есть смещения не достигают критических значений.

Рассматривая распределение главных эффективных напряжений (рис. 2) отмечено, что наибольшие сжимающие значения составляют 142,3 кПа, что значительно превышает допустимые для песка. Однако максимальные значения наблюдаются в глубине массива и не вызывают выпучивания грунта, что можно наблюдать по распределению зон предельных деформаций (рис. 3).

На рисунке 3 конечные элементы с критическими деформациями отмечен красным цветом и наблюдаются на уровне поверхности насыпи и подпорной стенки, а также в зоне заделки стенки в массив грунта. Принятый угол откоса является максимально возможным, поскольку имеется зона с предельным равновесным состоянием частиц песка.

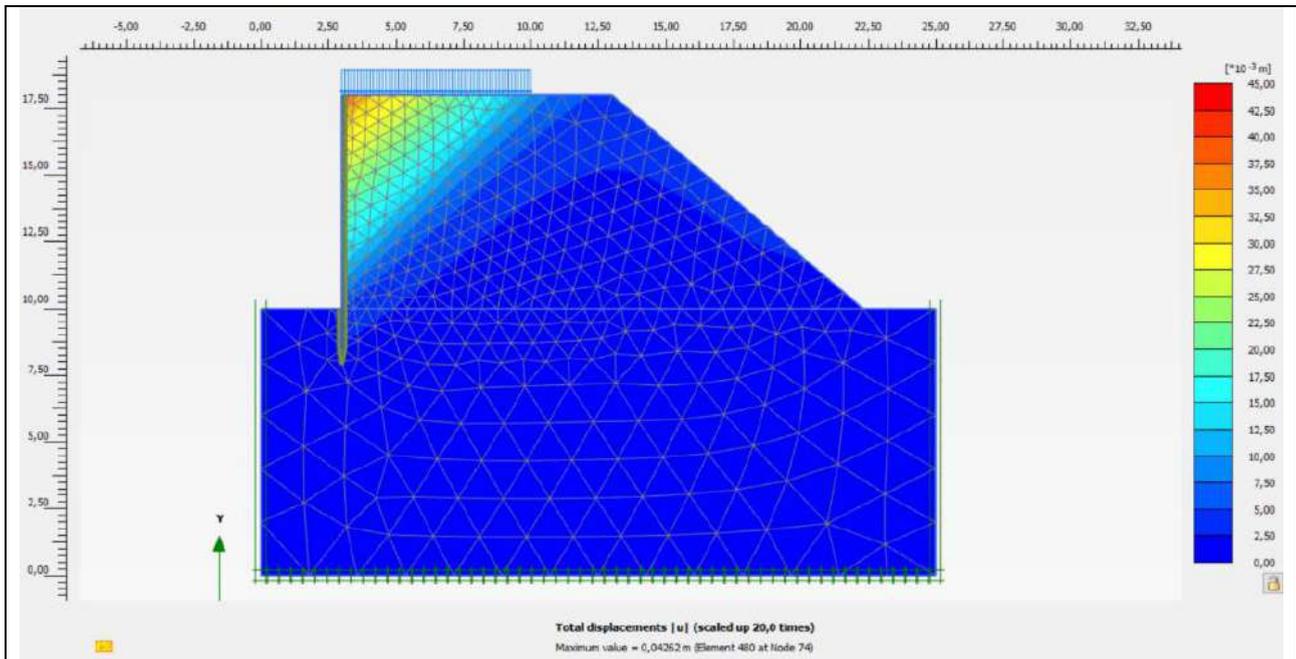


Рис.1. Изополя смещений подпорной стенки и грунтового массива (разработано автором)

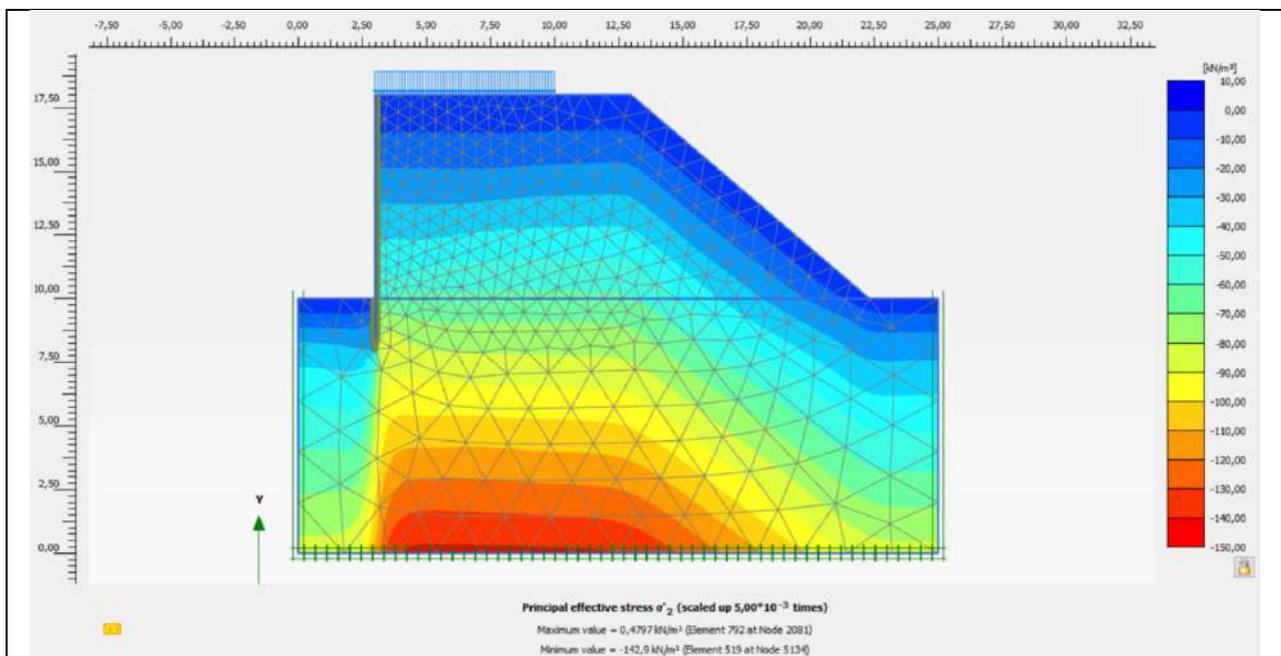


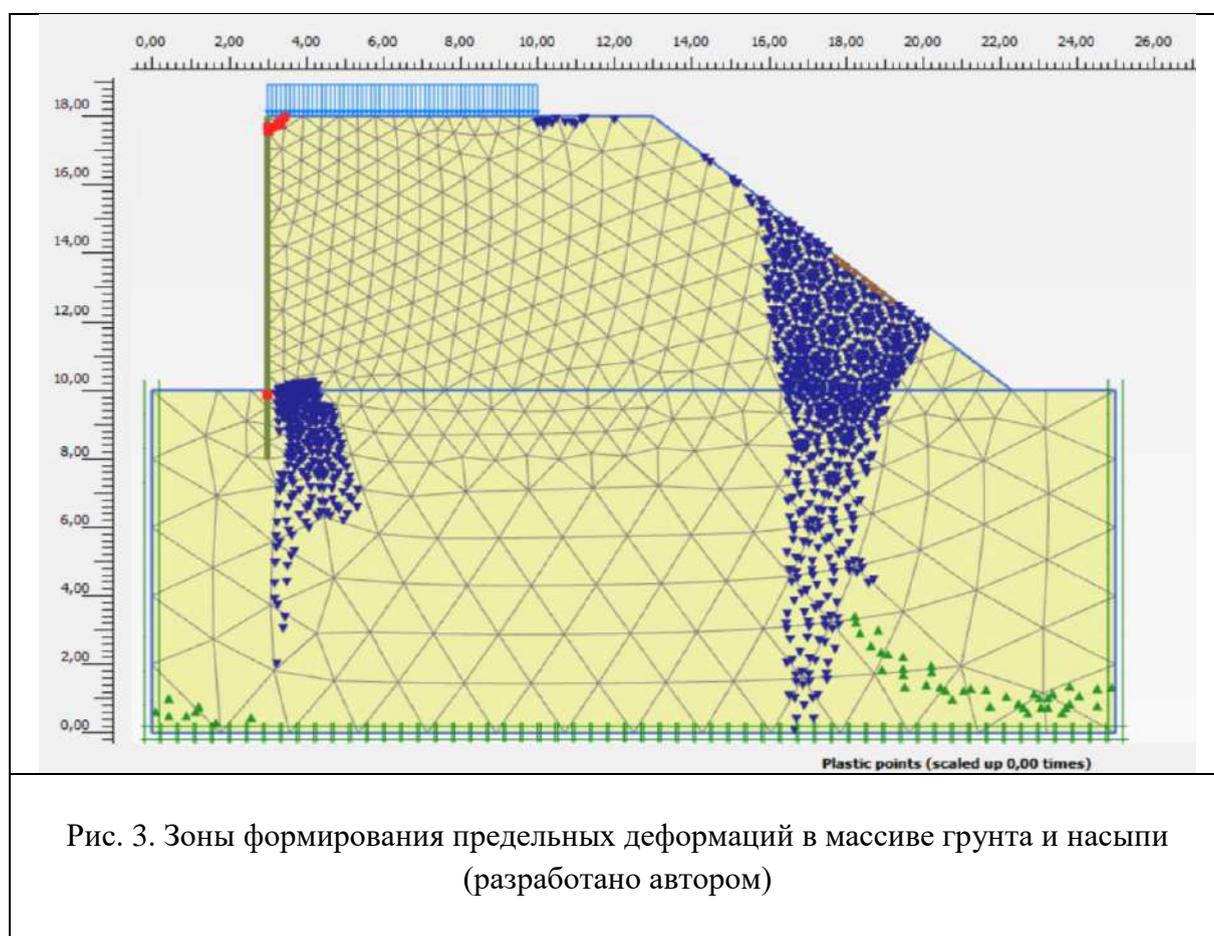
Рис. 2. Разделение изополей напряжений в модели (разработано автором)

Выполненные исследования показывают возможность использования высоких подпорных стен для обеспечения устойчивого состояния грунтовой насыпи, что позволит сократить

отчуждение земель под строительство. Вместе с тем необходимо отметить, что принятые геометрические параметры насыпи являются предельными для принятых характеристик грунта.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.



### **Список литературы**

1. Голованов А.И., Бережной Д.В. Метод конечных элементов в механике деформируемых твердых тел: изд-во «ДАС», 2001. 300с.
2. ГОСТ Р 58917 – 2021 Технологический инжиниринг и проектирование. Общие требования. М.: Национальный стандарт Российской Федерации, 2021. 6 с.

3. Должиков П.Н., Псюк М.Ю. Принципы математического моделирования напряженно-деформированного состояния высокой подпорной стены // строительство и архитектура: матер. Междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 369–371.

### **Study of the stress-strain state of soil embankments**

\*Shevyreva K. I., Dmitrienko V.A.

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU,  
147 Shevchenko str., Shakhty, 346506, Russia*

email: \*[foxkar42@gmail.com](mailto:foxkar42@gmail.com), [vadmitrienko@rambler.ru](mailto:vadmitrienko@rambler.ru)

The article notes the insufficient capacity of the country's highways, which requires significant amounts of reconstruction. One of the options for reducing the area for the construction of interchanges may be the use of retaining walls. To justify their use, a study of the stress-strain state of an embankment made of sandy soil with the replacement of the slope with a retaining wall in order to reduce the construction area is given. The calculations were performed by finite element modeling using the PLAXIS 2D software package. To ensure the objectivity of the research, boundary conditions were established, the geometric dimensions of the model were determined, the soil model and the type of its behavior were selected. The distribution of stresses and deformations in the embankment is analyzed. The zones of maximum displacement were determined and the limiting state of the embankment surface in contact with the wall and the slope soil was noted.

*Keywords:* embankment, retaining wall, modeling, soil deformations, stresses.

### **References**

1. Golovanov A.I., Berezhnoy D.V. The finite element method in the mechanics of deformable solids: publishing house "DAS", 2001. 300с.
2. GOST R 58917 - 2021 Technological engineering and design. General requirements. M.: National Standard of the Russian Federation, 2021. 6 p.
3. Dolzhikov P.N., Pasyuk M.Yu. Principles of mathematical modeling of the stress-strain state of a high retaining wall // construction and architecture: mater. International Scientific and Practical Conference 2015. pp. 369-371.

## ЭНЕРГЕТИКА

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_37

УДК621.316.9

ГРНТИ 44.01.05

ВАК 2.2.3

### **Применение новых материалов в конструкции жидкометаллического самовосстанавливающегося предохранителя для увеличения номинального тока**

Айзатуллин Т.И., Юренков Ю.П.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),  
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32*

email: tima.ayzatullin.01@bk.ru

Жидкометаллические самовосстанавливающиеся предохранители (ЖСП) являются одним из наиболее эффективных и надежных способов защиты электрических систем от динамического воздействия, вызванного короткими замыканиями. Главной составной частью, как можно понять из названия, является жидкий металл, который при резком нагревании переходит в парообразное состояние и во время этого перехода образуется металлический пар, который в свою очередь образует высокое сопротивление предотвращая повреждение оборудования.

В конструкции ЖСП есть составные части, которые ограничивают его номинальный ток. Однако, с развитием технологий и появлением новых материалов, можно увеличить номинальный ток жидкометаллического предохранителя.

*Ключевые слова:* Жидкометаллический самовосстанавливающийся предохранитель (ЖСП), фторопласт графитонаполненный, ток короткого замыкания.

*Информация о финансовой поддержке:* Исследование выполнено за счет гранта Фонда содействия инновациями №19150ГУ/2023.

В данной статье мы рассмотрим применение новых материалов в конструкциях жидкометаллических самовосстанавливающихся предохранителей для увеличения номинального тока.

В мире электроэнергетики, где каждая секунда и каждый ампер имеют значение, жидкометаллические предохранители стоят на страже безопасности. Это устройства, которые защищают электрические цепи от динамического воздействия тока короткого замыкания.

В ходе исследования решалась задача подобрать новый материал, который будет лучше

удовлетворять температурным требованиям для предохранителя. Было произведено исследование и найден материал графитонаполненный фторопласт (рисунок 1) [1].



Графитонаполненный фторопласт – это термостойкий полимер, который выдерживает экстремальные температуры и химические воздействия. Его уникальные свойства открывают новые горизонты в самых разных областях промышленности. Этот материал обладает высокой электрической изоляцией, устойчивостью к коррозии и способностью выдерживать высокие температуры без потери своих качеств. Такие характеристики делают его идеальным кандидатом для использования в жидкометаллических предохранителях [2].

Использование фторопласта в конструкции предохранителей позволяет значительно увеличить номинальный ток, что делает их более надежными и долговечными. Благодаря своим изоляционным свойствам, фторопласт предотвращает преждевременное плавление сплава и увеличивает время реакции на перегрузки, что позволяет предохранителю справляться с более высокими токами.

Разработка конструкции с фторопластом – это сложный процесс, который начинается с моделирования и заканчивается реализацией на практике. Авторами была изготовлена изоляционная втулка из фторопласта, для того чтобы внедрить ее в конструкцию предохранителя.

По чертежам (рисунок 2), которые были разработаны на кафедре "Электроснабжение", было выточено 4 детали с запасом (рисунок 3), которые проверены на реальном предохранителе, чтобы убедиться, что они полностью удовлетворяют требуемым параметрам.

Интеграция фторопласта в конструкцию предохранителя требует особого внимания к деталям и точности, чтобы обеспечить максимальную эффективность и безопасность работы устройства.

Перед тем как предохранители отправятся на защиту электрических сетей, они проходят строгие лабораторные испытания. Эти тесты помогают убедиться в их надежности и эффективности [3].

Результаты тестирования часто превосходят самые смелые ожидания, подтверждая, что ЖСП – это не просто новинка, а надежное решение для современных электрических систем.

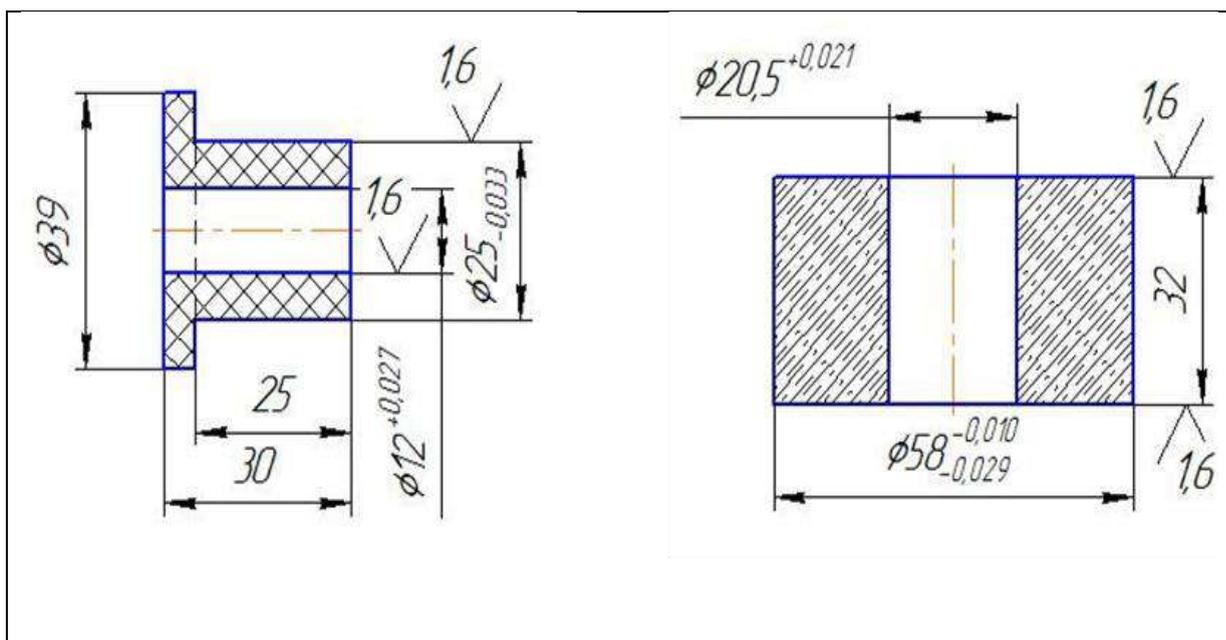


Рис. 2. Чертеж изоляционной втулки



Рис. 3. Готовые изделия

Сравнивая фторопласт с используемыми до этого текстолитом и стеклотекстолитом, можно увидеть (из таблицы 1), что фторопласт весьма превосходит текстолит и стеклотекстолит по температуре эксплуатации. Этой характеристики нам достаточно, потому что она как раз была основной [4].

Таблица 1.

Сравнительная характеристика материалов

Характеристики	Текстолит низкочастот- ный	Стеклотекстолит на основе связующей смолы		Фторопласт
		фенолформаль- дегидной	кремний- органической	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,3-1,4	1,6-1,7	1,7-1,8	2,1-2,2
Предел прочности при изгибе, кГ/см <sup>2</sup>	700-1000	1050-1200	1100-1200	110-140
Предел прочности при растяжении, кГ/см <sup>2</sup>	350-600	800-1200	1600-2000	200-300
Удельная ударная вязкость, кГ·см/см <sup>2</sup>	10-35	42-55	50-60	более 100
Температура эксплуатации, °С	от -40 до +120	от -65 до +155	от -65 до +155	от -269 до +260
Удельное объемное сопротивление, ом·см	10 <sup>9</sup> -10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup> -10 <sup>12</sup>	10 <sup>13</sup> -10 <sup>14</sup>	10 <sup>17</sup> -10 <sup>20</sup>
Диэлектрическая проницаемость	6-7	7-8	5-6	2,1

Кроме технических преимуществ, использование фторопласта в предохранителях также приносит экономическую выгоду и способствует защите окружающей среды, сокращая количество отходов и увеличивая срок службы устройств.

Таким образом, жидкометаллические самовосстанавливающиеся предохранители с применением фторопласта в конструкции позволяют увеличить номинальный ток. Это достигается за счет свойств фторопласта, который обладает высокой электрической прочностью и низким уровнем износа. Такие предохранители могут использоваться в различных областях, где требуется высокая надежность и эффективность защиты от перегрузок и коротких замыканий.

## **Выводы**

Был найден материал, который удовлетворяет требуемой нагревостойкости и диэлектрической проницаемости.

Были изготовлены детали на основе имеющихся чертежей и нового материала - графитонаполненного фторопласта.

## **Список литературы**

1. Кузнецов А. В. Применение жидкометаллических самовосстанавливающихся ограничителей тока для энергосберегающих систем транспортировки и распределения электроэнергии / А. В. Кузнецов, Ю. П. Юренков // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2019. – № 1(85). – С. 54-58. – EDN DECJFS.
2. ГОСТ 10007-80 Фторопласт-4. Технические условия – Москва: Стандартинформ, 2008
3. Принцип работы и устройство предохранителя [Электронный ресурс]. – URL:<https://keaz.ru/company/press-center/blog/2016/864-princip-raboti-i-ustroystvo-predohranitelya>
4. Дроздов Н.Г., Никулин Н.В. Электроматериаловедение. Учебник для проф.-техн. учебных заведений и подготовки рабочих на производстве. Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: «Высшая школа».

### **Application of new materials in the design of liquid metal self-resetting fuse to increase the rated current**

T.I. Aizatullin, Yu.P. Yurenkov

*Ulyanovsk State Technical University Russia, 432027, Ulyanovsk, st. Northern Venets, 32*

E-mail: [tima.ayzatullin.01@bk.ru](mailto:tima.ayzatullin.01@bk.ru)

Liquid metal self-restoring fuses (LSR) are one of the most effective and reliable ways to protect electrical systems from dynamic effects caused by short circuits. The main component, as the name suggests, is liquid metal, which, when suddenly heated, transforms into a vapor state and during this transition metal vapor is formed, which in turn forms high resistance, preventing damage to equipment. The design of the LSP has components that limit its rated current. However, with the development of technology and the emergence of new materials, it is possible to increase the rated current of a liquid metal fuse.

Keywords: Liquid-metal self-restoring fuse (LSF), graphite-filled fluoroplastic, short circuit current.  
Information about financial support: The research was supported by a grant from the Innovation Promotion Fund No. 19150GU/2023.

## References

1. Kuznetsov, A. V. Application of liquid metal self-healing current limiters for energy-saving systems for transportation and distribution of electricity / A. V. Kuznetsov, Yu. P. Yurenkov // Bulletin of the Ulyanovsk State Technical University. – 2019. – No. 1(85). – pp. 54-58. – EDN DECJFS.
2. GOST 10007-80 Fluoroplastic-4. Technical specifications - Moscow: Standartinform, 2008
3. Operating principle and fuse design [Electronic resource]. – URL: <https://keaz.ru/company/press-center/blog/2016/864-princip-raboti-i-ustr-oystvo-predohranitelya>
4. Drozdov N.G., Nikulin N.V. Electrical materials science. Textbook for prof.-technical educational institutions and training of workers in production. Ed. 4th, revised and additional — M.: “Higher education.”

## ЭНЕРГЕТИКА

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_43

УДК 331.453

ГРНТИ 86.33

ВАК 2.4.10

### Внедрение культуры безопасности в электроэнергетику

Биктимеров Д.Р., Соболева М.В.

*Югорский государственный университет,  
628012, Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16*

email: [denisfurler2002@mail.ru](mailto:denisfurler2002@mail.ru), [m\\_soboleva@ugrasu.ru](mailto:m_soboleva@ugrasu.ru)

#### Аннотация

В данной статье рассматриваются методики повышения культуры безопасности в электроэнергетическом комплексе. Методики по повышению культуры безопасности могут быть материальными, такие как поощрения сотрудников в виде премии или наоборот система наказаний, а также информационными, например, лекции, аудиты и обучающими, например использование VR-тренажеров, обучающие программы и курсы повышения квалификации сотрудников. Описаны факторы, которые влияют на развитие культуры безопасности на предприятии. В статье подчеркивается, что внедрение культуры безопасности в производство, является одним из главных факторов предотвращения нарушений требований безопасности, травматизма работников, несчастных случаев, профессиональных заболеваний. Приведены примеры внедрения методик по повышению безопасности на производстве компаниями по производству электроэнергии.

*Ключевые слова:* электроэнергетика, культура безопасности, охрана труда, травматизм, несчастные случаи.

#### Теория и методы исследования

Обеспечение работников безопасной средой для работы является одной из важнейших задачей любой организации. В то же время, не все сотрудники относятся к безопасному труду как к чему-то важному. По этой причине на объектах электроэнергетики происходят нарушения требований безопасности, которые впоследствии приводят к травматизму работников, несчастным случаям на производстве и профессиональным заболеваниям. Чтобы создать среду, в которой все сотрудники соблюдали требования безопасности и участвовали в совершенствовании системы безопасности, следует формировать в организации развивать культуру безопасности.

## **Полученные результаты и их обсуждение**

Культура безопасности – это создание такой обстановки в организации, при которой каждый сотрудник, независимо от своей должности, активно участвует в обеспечении безопасности, при этом ситуации, которые приводят к нарушению требований безопасности должны являться недопустимыми.

Целью культуры безопасности является формирование и развитие деятельности организации, направленной на обеспечение безопасной рабочей среды, а также приобщение всех сотрудников к улучшению системы безопасности.

Факторы, влияющие на развитие культуры безопасности:

1. Отношение всего персонала к безопасности;
2. Система морального и материального стимулирования;
3. Атмосфера в коллективе;
4. Лидерство со стороны руководства;
5. Психологическая подготовленность персонала;
6. Осознанность работников.

Учитывая все данные факторы, организация может создать эффективную систему культуры безопасности, в усовершенствование которой будут вовлечены все сотрудники.

В целях снижения количества травматизмов, несчастных случаев и профессиональных заболеваний работников электроэнергетического комплекса, можно предложить следующие методики по развитию культуры безопасности на производстве:

### **1. Обучение сотрудников.**

Проведение обучающих программ (лекций, конференций, бесед и т.д.) помогает сотрудникам быть в курсе всех правил безопасности в организации. Лекции на темы: профилактика травматизма на рабочем месте; правила безопасного поведения в условиях экстренной работы. Примером обучения сотрудников в электроэнергетическом комплексе могут являться курсы профессиональной переподготовки, например, эксплуатация электрических сетей, тепловых и гидроэлектростанций, включая безопасные способы эксплуатации.

### **2. Материальное стимулирование.**

Поощрение инициатив от сотрудников по улучшению системы безопасности. Например, награждение сотрудников, которые лучше всех соблюдают правила безопасности и помогают в этом другим; создание комфортного и безопасного рабочего места; повышение квалификации в области безопасности; дополнительный оплачиваемый отпуск за отсутствие нарушений.

Также можно использовать систему наказаний в тех случаях, когда сотрудник нарушает требования безопасности, к ним можно отнести следующие меры: штрафы в виде сокращения премии или полного её лишения; материальная ответственность в виде возмещения работником ущерба, причиненного организации вследствие нарушений безопасности

### **3. Оценка культуры безопасности в предприятии.**

Оценка поможет выяснить, на каком уровне развития культуры безопасности находится организация, это поможет найти уязвимые места и предпринять меры по их устранению. Например, анкетирование или опрос сотрудников в области безопасности. Анкетирование

используется для анализа уровня осведомленности и соблюдения работниками производственной безопасности. По результатам анкетирования проводятся индивидуальные интервью с работниками, целью которых является улучшение навыков по безопасному выполнению работ [1].

#### 4. VR-тренажеры по охране труда.

Использование технологий виртуальной реальности – это новый этап в совершенствовании культуры безопасности на предприятиях и объектах электроэнергетики. VR-тренажеры – это специально разработанные программы, которые симулируют различные ситуации на производстве. Они предназначены для обучения сотрудников навыкам безопасного выполнения работ. Виртуальная реальность используется для обучения в следующих ситуациях: отработка действий по оказанию первой помощи; учебные занятия по применению средств индивидуальной защиты; действия при пожаре и авариях; правила поведения при эвакуации в случае аварий и чрезвычайных ситуаций; выполнение экстренных работ (работа на высоте; работа, связанная с применением химических веществ). На данный момент обучением посредством использования виртуальной реальности применяется в следующих направлениях: электроэнергетика, химическая промышленность, строительные работы, обработка и плавление металлов, авиа и кораблестроение, машиностроение, добыча нефти и газа.

Современные VR-тренажеры позволяют сотрудникам получить и улучшить свои практические навыки без вреда для здоровья, а также помогают отработать правила безопасного поведения в случае чрезвычайной ситуации.

VR-тренажеры для работников электроэнергетики нацелены на обучение безопасным методам выполнения работ. Тренажеры могут включать в себя следующие обучающие программы: безопасность при выполнении работ на электроустановках, безопасность при выполнении работ на высоте на линии электропередач, использование средств индивидуальной защиты, отработка действий при возникновении внештатных ситуаций [3].

#### 5. Искусственный интеллект.

Применение технологий с использованием искусственного интеллекта позволяют предотвратить производственный травматизм и нарушения требований безопасности, так же ИИ выявляет наличие у работника средств индивидуальной защиты. Например, камеры видеонаблюдения со встроенным искусственным интеллектом анализируют поведения работника при совершении им работ, и, если работник нарушил требования безопасности, по специальному браслету или гаджету ему приходит звуковое предупреждение. Также ИИ может предсказывать потенциальные опасности, такие как: возможные нарушения требований безопасности, появление аварий.

Искусственный интеллект отслеживает сотрудников в любой точке производства. В случае, если ИИ зафиксировал нахождение работника возле опасной зоны, включается звуковой сигнал тревоги и опасная территория блокируется для входа

Искусственный интеллект также применяется при ремонтных работах оборудования. Такой ИИ основывается на реальных данных о состоянии оборудования и с помощью предиктивного анализа предупреждает о возможном отказе оборудования и проведение работ по ремонту только в том случае, когда это действительно необходимо [2].

Искусственный интеллект на производстве контролирует выполнение сотрудниками требований безопасности и может повысить производительность труда.

Примером использования искусственного интеллекта в совершенствовании безопасности на объектах энергетики является применение компанией «Россети» технологий для обеспечения контроля над правильностью функционирования цифровых систем защиты и автоматики в электрических сетях. Использование таких технологий помогают быстро среагировать на возникновение аварийных ситуаций, минимизировать её последствия, в том числе защитить работников от травматизма [2].

6. Проведение Дней безопасности на предприятии.

Например, проведение конкурсов или деловых игр среди сотрудников: работник, который отличился наивысшими успехами в области производственной безопасности награждается ценными призами или материальным поощрением. Проведение подобных конкурсов пропагандирует соблюдение правил безопасности на предприятии и стимулирует работников выполнять свою работу безопасно, а также является профилактикой по предупреждению профессионального травматизма и профессиональных заболеваний.

7. Обеспечение сотрудников необходимыми ресурсами.

Выделение необходимых ресурсов для поддержания и повышения уровня безопасности на предприятии, например средства индивидуальной защиты, исправное оборудование.

8. Проведение периодических проверок.

Ежемесячная или ежеквартальная проверка знаний и соблюдения сотрудниками требований безопасного труда на рабочем месте.

9. Массовые флешмобы или челленджи по безопасности.

Примером использования данной методики является челлендж «Ноль – тоже рекорд», проводимый компанией «ЕВРАЗ». Целью данного челленджа являлась демонстрация важности достижения нулевого травматизма на производстве. Примером таких методик повышения культуры безопасности могут служить видеоролики, пропагандирующие соблюдение требований безопасности на рабочем месте.

10. Корпоративные мероприятия с членами семьи.

Проведение мероприятий с привлечением членов семьи работника, связанных с безопасностью труда, позволит проверить знания в области безопасности, развить навыки работы в команде, а также сплотить всю семью вместе для выполнения определенных задач.

## **Конфликт интересов**

У авторов нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## **Список литературы**

1. Таранушина Ирина Ивановна, Попова Ольга Васильевна, Бганцев Андрей Николаевич. О проблеме культуры безопасности труда на предприятиях // Вестник аграрной науки Дона. 2020. №1 (49). С. 66-72.
2. Ляндау Ю.В., Темирбулатов А.У. ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ // Инновации и инвестиции. 2023. №8. С. 304-309.

3. Моравель В.И., Борисов В.А. Технологии виртуальной и дополненной реальностей в энергетике // Современные научные исследования и инновации. 2022. №6.– [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2022/06/98556> (15.04.2024)

### **Introduction of a safety culture in the electricity sector**

Biktimerov D. R., Soboleva M.V.

*Yugra State University*

*628012, Russia, Khanty-Mansiisk, Chekhova st., 16*

email: [denisfurler2002@mail.ru](mailto:denisfurler2002@mail.ru), [m\\_soboleva@ugrasu.ru](mailto:m_soboleva@ugrasu.ru)

This article discusses methods for improving safety culture in the electric power industry. Methods for improving safety culture can be material, such as employee incentives in the form of bonuses or, conversely, a system of punishments, as well as informational, for example, lectures, audits, and educational, such as the use of VR simulators, training programs and employee development courses. The factors that influence the development of a safety culture at an enterprise are described. The article emphasizes that the introduction of safety culture into production is one of the main factors in preventing violations of safety requirements, worker injuries, accidents, and occupational diseases. Examples of the implementation of methods to improve industrial safety by electricity production companies are given.

*Keywords:* electricity sector, safety culture, labor safety, injuries, accidents.

### **References**

1. Taranushina Irina Ivanovna, Popova Olga Vasilievna, Bgantsev Andrey Nikolaevich On the problem of labor safety culture at enterprises // Bulletin of Agrarian Science of the Don. 2020. No. 1 (49). pp. 66-72.
2. Lyandau Yu.V., Temirbulatov A.U. REVIEW OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY // Innovations and investments. 2023. No. 8. pp. 304-309.
3. Moravel V.I., Borisov V.A. Technologies of virtual and augmented reality in the energy sector // Modern scientific research and innovation. 2022. No. 6.- [Electronic resource]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2022/06/98556> (04/15/2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_48

УДК 621.3.078

ГРНТИ 44.01.85

ВАК 2.4.5.

### **Современные системы автоматизации котельных**

Гуськов И. И., \*Беляева Е. А., Бузаева А. А., Пазушкина О. В.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),  
432027, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32*

email: [guskof85@mail.ru](mailto:guskof85@mail.ru), \* [belyaeva\\_e.03@mail.ru](mailto:belyaeva_e.03@mail.ru), [nastya2003\\_29@mail.ru](mailto:nastya2003_29@mail.ru),  
[o.pazushkina@yandex.ru](mailto:o.pazushkina@yandex.ru)

На сегодняшний день эксплуатируемые «возрастные» котельные активно модернизируются, но количество котельных, требующих обновления еще очень значительное. Износ основного оборудования на таких котельных составляет от 50 до 100%. Структуру связей между объектом управления, обслуживающим персоналом и устройствами для безопасной эксплуатации объекта, энергоэффективного управления оборудованием, оптимизации процессов и технологических параметров, контроля объектом, называется организацией управления. В современных котельных установках система управления включает следующие технические устройства: информации, сигнализации, дистанционного и автоматического управления, автоматического регулирования, технологической защиты и блокировок. Система автоматизации позволяет в режиме реального времени удалено изменять рабочие параметры котельной, а также включать и исключать из работы оборудование котельной, просматривать графики и тренды.

*Ключевые слова:* котельная, автоматизация, безопасная эксплуатация, энергоэффективное управление, диспетчеризация.

Техническое состояние системы автоматизации едва ли позволяет справиться с теми функциями, которые были на них возложены несколько десятилетий назад. Не говоря уже о современных задачах и требованиях, предъявляемых к современным системам автоматики безопасности, регулирования и диспетчеризации.

Одна из важнейших задач автоматизации котельной – это безопасная эксплуатация объекта. Автоматика, приведенная на рис. 1, должна полностью исключать возможность возникновения аварий, которые могут привести к повреждению, разрушению оборудования или повлечь за собой травмирование человека [1].



При эксплуатации современной автоматизированной котельной отпадает необходимость в постоянном присутствии обслуживающего персонала. Котлы с горелками, насосы и другое котельное оборудование самостоятельно перезапускается в работу. Например, не надо производить вручную пуск котла, котловая автоматика, приведенная на рис. 2, самостоятельно производит продувку топки котла, поджигает газо-воздушную смесь, производит контроль наличия пламени, следит за температурой и давлением в котле. Это исключает при эксплуатации котельного оборудования сложные манипуляции, которые проводились обслуживающим персоналом вручную, и позволяет полностью исключить человеческую ошибку.



По статистике, основной причиной аварийных ситуаций на котельных является именно ошибки в действиях обслуживающего персонала при запуске оборудования в работу. Современная автоматика безопасности котельной позволяет отслеживать множество параметров: напряжение электросети, давление газа, давление и температуру воды во всех контурах, загазованность помещения котельной, утечки воды в помещении котельной, аварийные остановки котлов, насосов и другого оборудования [2].

Следующая по важности задача автоматизации котельной заключается в энергоэффективном управлении оборудованием и в оптимизации процессов, и технологических параметров. Современные программируемые контроллеры позволяют прописывать различные алгоритмы работы оборудования. Например, каскадный режим работы котлов. В зависимости от существующей в данный момент тепловой нагрузки котлы могут переходить в режим минимальной или максимальной мощности, включать и выключать котлы. Можно реализовывать так называемую «ночную разгрузку». Котельная либо совсем выключается на ночь летом или уходит в режим защиты от «разморозки» в зимний период. То есть имеется возможность работы котельного оборудования по разным температурным графикам днем, ночью и в выходные дни, один из которых приведен на рис. 3.

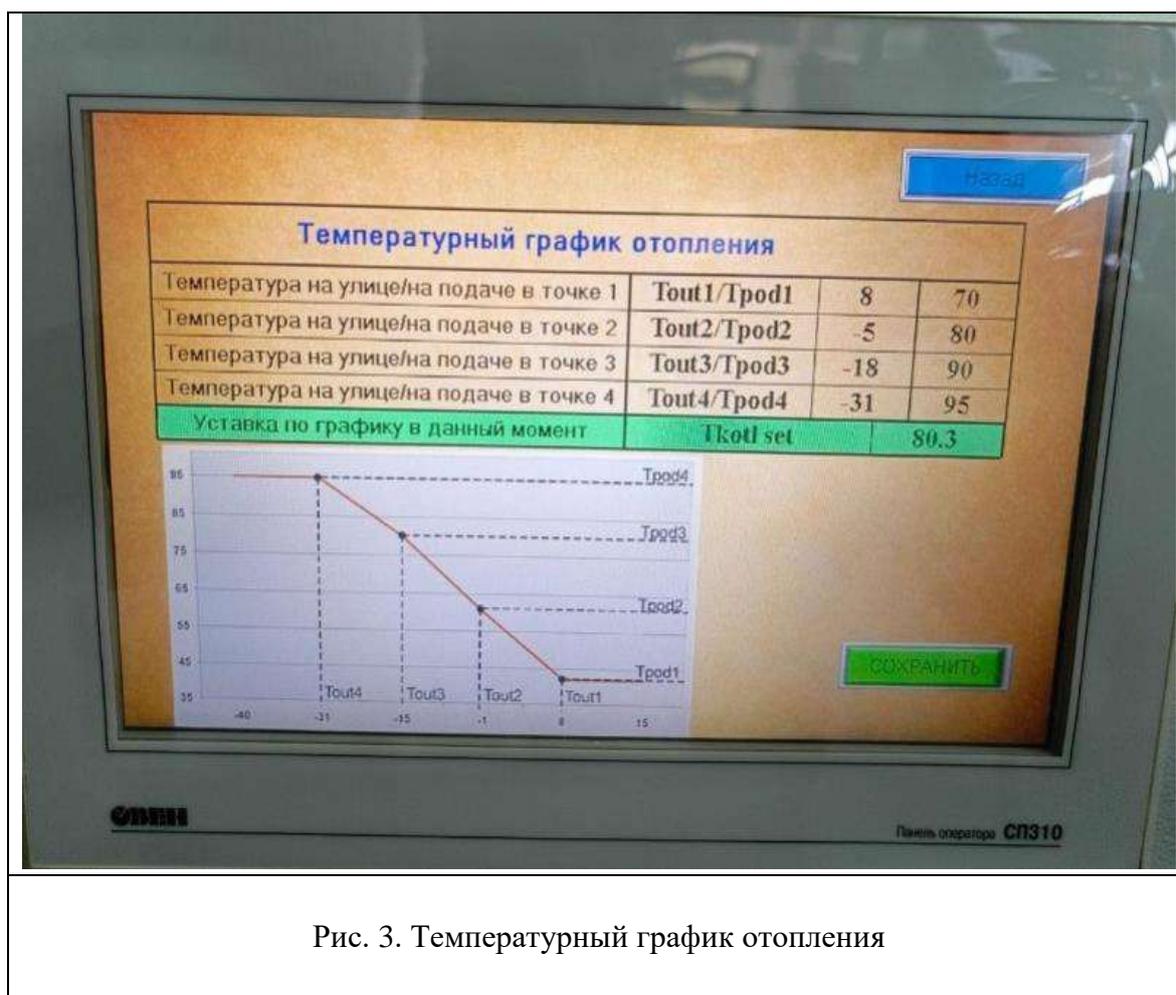


Рис. 3. Температурный график отопления

Так же существенную экономию дает установка частотных преобразователей на насосное оборудование, вентиляторы, дымососы. Для того, чтобы оборудование изнашивалось равномерно и не было длительных простоев, что тоже пагубно сказывается на техническом

состоянии оборудования, на современной автоматике можно легко реализовывать алгоритмы попеременной работы основного котельного оборудования (котлов, насосов и т.д.) по количеству наработки часов. При комплексной автоматизации котельной и при применении современных технологий управления процессами значительно снижается аварийность, что позволяет увеличить срок службы технологического оборудования и сократить затраты на ремонты и аварийно-диспетчерское обслуживание [3].

Основные экономические эффекты, получаемые при комплексной автоматизации котельной:

- сокращение расходов на энергоносители (свет, вода, топливо);
- увеличение срока службы технологического оборудования;
- сокращение фонда оплаты труда за счет уменьшения количества персонала, задействованного в эксплуатации котельной.

Современная автоматизация котельной так же должна в полной мере решать вопрос с диспетчеризацией, так как работа котельной предусмотрена без постоянного присутствия обслуживающего персонала, полностью в автоматическом режиме. Современные системы позволяют выполнять передачу аварийных сигналов и телеметрических параметров котельной. Сигналы могут передаваться по интернет-каналу, мобильной сети, радиоканалу. Диспетчерский персонал эксплуатирующей организации получает информацию об авариях и рабочих параметрах котельной в режиме онлайн. Есть возможность в режиме реального времени удалено изменять рабочие параметры котельной, включать и исключать из работы оборудование котельной, просматривать графики и тренды. Также вся информация работы котельной и контроллера отображается на панели оператора, размещенной в котельной. Панель позволяет наблюдать непосредственно в котельной за параметрами котельной, просматривать историю аварий. С помощью панели оператора инженеры производят настройку параметров работы котельной [4].

Итак, с помощью глубокой автоматизации котельной решаются следующие основные задачи:

- увеличение безопасности эксплуатации котельной;
- получение экономического эффекта;
- упрощение процесса эксплуатации котельной.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Мадаева, А.Д. «Анализ автоматического регулирования и контрольно-измерительных приборов на примере котлоагрегата» / А. Д. Мадаева, А. А. Джамалуева // Заметки ученого. – [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/321494> (дата обращения: 03.03.2024)
2. СП 89.13330.2016. Актуализированная редакция «СНиП II-35-76». «Котельные установки». – М.: Минрегион РФ, 2016. – 107 с.

3. Сафаров И.М., Давлетхузина Э.М., Ишмухаметова Д.М., Баширова Л.И., Садыков Р.Д., Хлебников Д.А. «Состояние уровня автоматизации энергетических объектов и решения, направленные на его повышение» // – [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-urovnya-avtomatizatsii-energeticheskikh-obektov-i-resheniya-napravlennye-na-ego-povyshenie> (дата обращения: 03.03.2024)

4. Седнин В. А., Седнин А. В. «Автоматизированная система управления районной котельной» // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений // – [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-rayonnoy-kotelnoy> (дата обращения: 03.03.2024)

### **Modern boiler room automation systems**

Guskov I. I., Belyaeva E. A., Buzaeva A. A., Pazushkina O. V.

*Ulyanovsk State Technical University (UlSTU), Ulyanovsk region, Ulyanovsk,  
432027, Severny Venets str., 32*

email: [guskof85@mail.ru](mailto:guskof85@mail.ru), \* [belyaeva\\_e.03@mail.ru](mailto:belyaeva_e.03@mail.ru), [nastya2003\\_29@mail.ru](mailto:nastya2003_29@mail.ru),  
[o.pazushkina@yandex.ru](mailto:o.pazushkina@yandex.ru)

To date, the operated "age-old" boilers are being actively modernized, but the number of boilers requiring renovation is still very significant. The wear of the main equipment in such boilers ranges from 50 to 100%. The structure of connections between the control object, maintenance personnel and devices for the safe operation of the object, energy-efficient equipment management, optimization of processes and technological parameters, control of the object, is called the management organization. In modern boiler installations, the control system includes the following technical devices: information, alarm, remote and automatic control, automatic regulation, technological protection and interlocks. The automation system allows you to remotely change the operating parameters of the boiler room in real time, as well as enable and disable boiler room equipment, view charts and trends.

*Keywords:* boiler room, automation, safe operation, energy efficient management, dispatching.

### **References**

1. Madaeva, A.D. "Analysis of automatic regulation and control and measuring devices on the example of a boiler unit" / A.D. Madaeva, A. A. Jamalueva // Notes of a scientist. – [Electronic resource]. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/321494> (date of application: 03.03.2024)
2. SP 89.13330.2016. Updated edition of "SNiP II-35-76". "Boiler installations". – M.: Ministry of Regional Development of the Russian Federation, 2016. – 107 p.
3. Safarov I.M., Davletkhuzina E.M., Ishmukhametova D.M., Bashirova L.I., Sadykov R.D., Khlebnikov D.A. "The state of the automation level of energy facilities and solutions aimed at improving it" // – [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-urovnya>

avtomatizatsii-energeticheskikh-obektov-i-resheniya-napravlennye-na-ego-povyshenie (date of application: 03.03.2024)

4. Sednin V. A., Sednin A.V. "Automated control system of a district boiler house" // Energetika. Izvestia of higher educational institutions and energy associations // – [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-rayonnoy-kotelnoy> (date of application: 03.03.2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_54

УДК 697.341

ГРНТИ 44.31.01

ВАК 2.4.5

## **Методика плавного регулирования теплоносителя на выходных коллекторах ТЭЦ**

\* Леонтьев Д.А., Ротов П.В.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),  
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32*

email: \*[ledmial54@gmail.com](mailto:ledmial54@gmail.com), [p.rotov@rambler.ru](mailto:p.rotov@rambler.ru)

### **Аннотация**

Практическое применение методики плавного регулирования теплоносителя в рамках согласованного графика, на примере ТЭЦ-1 г. Ульяновска за период с 1 января по 31 января 2024. Аспекты снижения повреждаемости на тепловых сетях при задании температуры сетевой воды на выходных коллекторах теплоисточников с учетом методики плавного регулирования.

*Ключевые слова:* тепловые сети, повреждаемость тепловых сетей, планирование электрической нагрузки, распределению тепла в системе, плавное регулирование теплоносителя.

Комплексное решение проблем социально-экономического развития и сохранения благоприятной окружающей среды, а также удовлетворение потребностей граждан, основывается на эффективном развитии важных отраслей экономики. Одной из ведущих отраслей промышленности, обеспечивающих твердую основу экономики, а также политическую и социальную стабильность общества в РФ, является теплоснабжение. Очень остро стоит вопрос, когда по различным причинам потребитель ограничен в подаче тепла, в результате ограничений потребители испытывают существенные неудобства, особенно период низких температур наружного воздуха. По данным Росстата на конец 2022 года суммарная мощность источников теплоснабжения в России составляла 570879,22 гигакал/ч, большая часть этого объема тепла вырабатывает ТЭЦ.

Регулировка температуры сетевой воды на выходе от коллекторов тепловых электростанций в тепловые сети осуществляется путем ежедневного корректирования температуры теплоносителя в зависимости от изменений наружной температуры в строгом соответствии с утвержденным графиком. Этот подход может привести к колебаниям температуры сетевой воды из-за изменения погодных условий. Традиционный метод имеет несколько отрицательных моментов:

- для энергоисточников с комбинированной генерацией электрической и тепловой энергии (ТЭЦ) частые колебания температуры теплоносителя могут помешать точному планированию электрической нагрузки. В связи с этим для таких организаций, занимающихся энергоснабжением, традиционный подход к регулированию теплоотдачи может привести к финансовым потерям из-за штрафов за несоблюдение планов по производству электроэнергии или из-за неэффективной эксплуатации теплофикационного оборудования ТЭЦ;
- резкие колебания температуры сетевой воды в подающем трубопроводе могут привести к резким изменениям параметров системы, и, как следствие, к нештатным ситуациям или поломкам оборудования (трубопроводы, насосы, теплообменники и т.д.);
- при резком повышении температуры теплоносителя материалы трубопроводов подвергаются значительному термическому расширению. Это вызывает напряжение в материале, приводит к деформациям или разрушениям трубопроводов, сокращению срока их службы;
- значительные колебания температуры теплоносителя могут способствовать развитию коррозии и окисления внутренней поверхности трубопроводов;
- частое изменение температуры сетевой воды способствует неравномерному распределению тепла в системе, обусловленному значительной протяженностью и тепловой инерцией систем транспорта теплоты.

Для снижения негативного воздействия частых изменений температуры теплоносителя на оборудование, задействованное в процессе производства электрической и тепловой энергии, а также на оборудование для передачи теплоносителя потребителям, рекомендуется использовать методику постепенного регулирования температуры теплоносителя на выходных коллекторах источников энергии. Применение этого подхода направлено на поддержание оптимального режима в системе теплообмена, что позволяет более эффективно контролировать процессы теплообмена и минимизировать тепловые потери в системе, повысить надежность работы оборудования и увеличить срок его службы.

Таблица 1

Пример применения методики плавного регулирования на Ульяновской  
ТЭЦ-1 в период с 01.01.2024 по 31.01.2024

Дата	01.01.2024	02.01.2024	03.01.2024	04.01.2024	05.01.2024	06.01.2024	07.01.2024	08.01.2024	09.01.2024	10.01.2024	11.01.2024	12.01.2024	13.01.2024	14.01.2024	15.01.2024	16.01.2024	17.01.2024	18.01.2024	19.01.2024	20.01.2024	21.01.2024	22.01.2024	23.01.2024	24.01.2024	25.01.2024	26.01.2024	27.01.2024	28.01.2024	29.01.2024	30.01.2024	31.01.2024
среднесуточная t°С н.в.	-9	-18,3	-18,3	-20,2	-23,1	-20,6	-20,3	-22,6	-19	-17,6	-15,6	-16,1	-20,3	-15,8	-11,8	-3,9	-5,6	-11	-5,9	-2,4	-7	-17,1	-15,1	-10,2	-7,1	-8,5	-8,3	-5,5	-3,4	-2,4	-3,8
T1 согласно графика	95	115	115	115	115	115	115	115	115	114,6	110,9	112	115	111,3	102,1	83,6	87,5	100,2	88,3	80,0	90,9	114,2	109,8	98,3	91,1	94,5	94,1	87,3	82,3	79,9	83,3
T1 согласно методики плавного регулирования	92	106,5	110,9	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	110,5	101,7	91,8	90,0	90,0	90,0	90,0	90,8	101,9	105	98,7	94,7	94	91,8	92,1	87,1	83	83

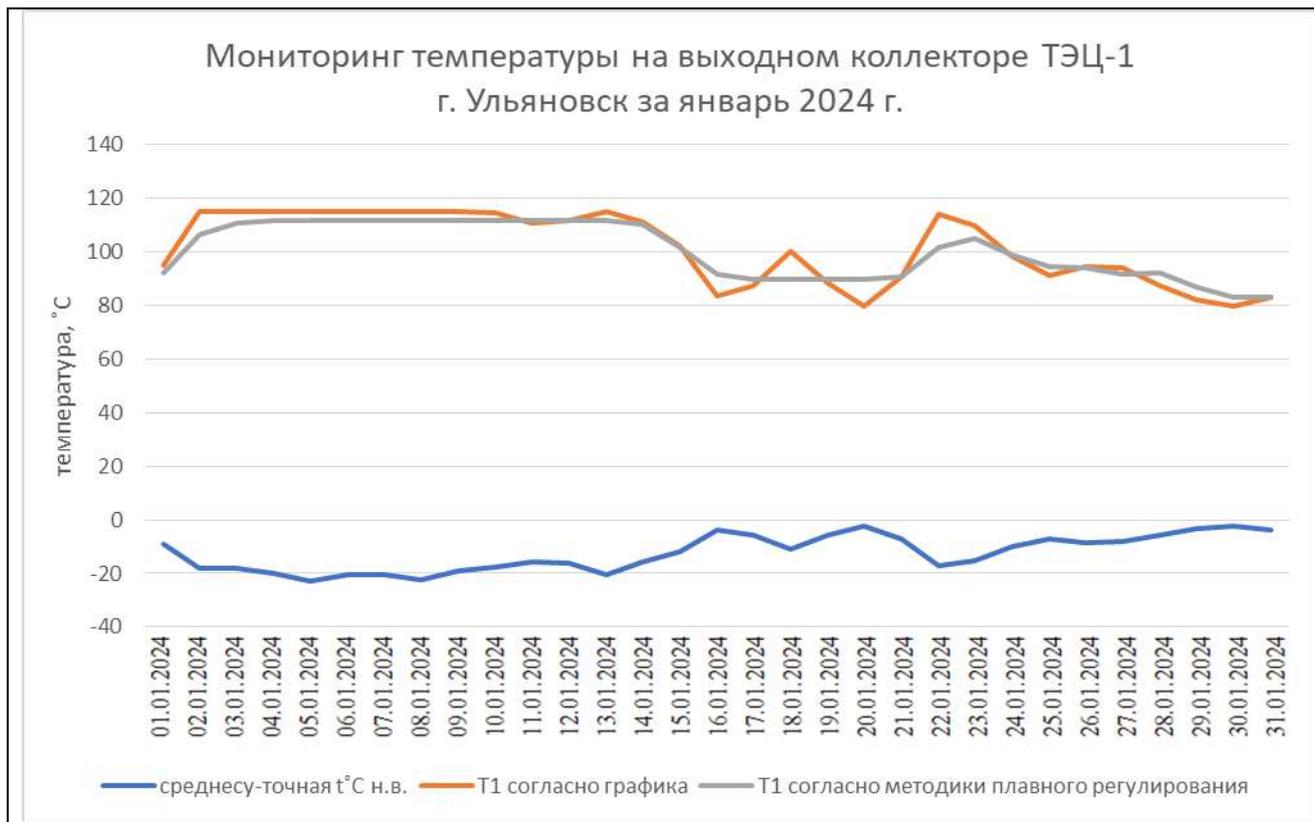


Рис. 1. График изменения температуры теплоносителя при различных методах регулирования сетевой воды отпускаемого от коллектора ТЭЦ-1 г. Ульяновск в январе 2024

Сравнивая графики изменения температуры теплоносителя при различных подходах к регулированию отпуска тепла с ТЭЦ, можно заметить, что традиционные методы регулирования требуют более частых и резких изменений.

Выделим в примере период с 16.01.2024 по 22.01.2024, из графика на рис. 1 следует, что с использованием методики плавного регулирования удалось избежать значительного колебания температуры сетевой воды. По традиционному планированию, температуру теплоносителя на ТЭЦ сначала необходимо было повысить с 83,6°C до 100,2°C, затем понизить до 80,0°C, повысить до 114,2°C и 24.01.2024 г. снизить до 91°C. На основании методики плавного регулирования температура теплоносителя выполнено с незначительным снижением с 91,8°C до 90,0°C и повышением до 101,3°C.

Тепловые сети являются ключевым элементом инфраструктуры для обеспечения отопления и горячего водоснабжения в городах и крупных населенных пунктах. Одним из важных механизмов эффективной эксплуатации таких сетей является плавное регулирование температуры теплоносителя. Большинство потребителей удалены от энергоисточников и теплоноситель с актуальной температурой до них доходит с задержкой. Отклонения температуры внутри отапливаемых зданий при применении методики плавного регулирования незначительны, в сравнении с традиционной методикой регулирования температуры теплоносителя. Особенно актуально плавное регулирование температуры теплоносителя в условиях температурных качелей, при частом колебании температуры

наружного воздуха за короткие периоды времени. В результате применения методики плавного регулирования температуры теплоносителя увеличивается надежность и долговечность тепловых сетей, что позволяет сократить затраты на их эксплуатацию и обслуживание. Плавное изменение температуры позволяет избежать проблем с аварийной повреждаемостью оборудования, что в конечном итоге увеличивает срок службы трубопроводов. Реализация эффективного управления температурой является критически важным шагом для обеспечения стабильности и эффективности работы тепловых сетей.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Типовая инструкция по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии (тепловых сетей). РД 153-34.0-20.507-98 (утвержденная РАО ЕЭС 06.07.1998г.) (с изменениями и дополнениями). П.: 2.2.4; 3.9; 3.11.5; 3.11.7.
2. Рожков Р.Ю. Методика плавного регулирования температуры теплоносителя на выходных коллекторах энергоисточников// rosteplo.ru/nt/150 URL: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3076/](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3076/) (дата обращения 20.03.2024).
3. Федеральная служба государственной статистики <https://rosstat.gov.ru> URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/kom\\_t%D0%B5p\\_2022.xls/](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/kom_t%D0%B5p_2022.xls/) (дата обращения 20.03.2024).
4. . Цуверкалова О.Ф. Анализ современного состояния и тенденций развития отрасли теплоснабжения в РФ// Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 11-3. – С. 554-559; URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=1462> (дата обращения: 20.03.2024).

## **Methodology for Smooth Regulation of Heat Carrier**

\*Leontev D.A., Rotov P.V.

Ulyanovsk State Technical University, 432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets Street, 32

email: \*[ledmial54@gmail.com](mailto:ledmial54@gmail.com), [p.rotov@rambler.ru](mailto:p.rotov@rambler.ru)

Practical application of the method of smooth regulation of the coolant within the agreed schedule, using the example of the CHPP-1 in Ulyanovsk for the period from January 1 to January 31, 2024. Aspects of reducing damage on thermal networks when setting the temperature of mains water at the outlet collectors of heat sources, taking into account the method of smooth regulation, have been reported.

*Keywords:* heat networks, damage to heat networks, electrical load planning, heat distribution in the system, smooth regulation of the coolant.

### **References**

1. Standard Operating Procedure for Technical Operation of Heat Transport and Distribution Systems (Heat Networks). RD 153-34.0-20.507-98 (approved by the RAO UES on July 6, 1998) (with amendments and additions). Sections: 2.2.4; 3.9; 3.11.5; 3.11.7.
2. Rozhkov R.Yu. Methodology for Smooth Regulation of Heat Carrier Temperature at Energy Source Outlet Collectors. Retrieved from: URL:[https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=3076/](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=3076/) (accessed March 20, 2024).
3. Federal State Statistics Service. Retrieved from: URL:[https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/kom\\_t%D0%B5p\\_2022.xls/](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/kom_t%D0%B5p_2022.xls/) (accessed March 20, 2024).
4. Tsuverkalova O.F. Analysis of the Current State and Development Trends of the Heat Supply Industry in Russia. Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2020. No. 11-3. Pp. 554-559. Retrieved from: URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=1462> (accessed: March 20, 2024).

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_59

УДК 621.18

ГРНТИ 44.31.35

ВАК 2.4.5

**Подогрев химически очищенной воды с помощью пластинчатого теплообменника  
вместо кожухотрубного охладителя выпара**

\*Морозов Д. С., Пазушкина О. В.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),  
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32*

email: goodwin731@mail.ru, o.pazushkina@ulstu.ru

### **Аннотация**

Целью данной статьи является исследование работы атмосферного деаэратора при замене кожухотрубного охладителя выпара на пластинчатый теплообменник для подогрева химически очищенной воды выпаром атмосферного деаэратора. Проанализирована возможность применения другого типа теплообменного аппарата без ухудшения свойств питательной воды паровых котлов. Проведённые исследования подтверждают такую возможность, показывают свою эффективность.

*Ключевые слова:* атмосферная деаэрация, охладитель выпара, пластинчатый теплообменник, закрытие выпара.

Работа объектов промышленности и энергетики часто связана с применением пара и, зачастую, этот пар производится самими предприятиями. Для этого используются паровые котлы с различным вспомогательным оборудованием, а вода проходит несколько этапов подготовки, среди которых выделяют основные – механическая очистка (песочные или гравийные фильтры), умягчение (чаще всего Na-катионирование), удаление агрессивных газов (обычно атмосферная термическая деаэрация). На стадии атмосферной деаэрации в качестве греющего агента применяют пар, т.к. сам деаэратор обычно находится рядом с источником (паровой котёл), его транспортировка несложна. Но здесь возникает вопрос экономичной работы деаэратора и минимизации расхода пара на процесс. Поэтому для утилизации выпара деаэратора, который выводит удалённые агрессивные газы в атмосферу, применяют охладитель выпара (ОВА), который использует энергию отводимых с высокой температурой газов для подогрева химически очищенной воды (ХОВ). Типовой ОВА представляет собой кожухотрубный пароводяной теплообменник, у которого имеется дополнительный трубопровод отвода несконденсировавшихся газов в атмосферу. Принцип его работы основан на том, что выпар проходит в межтрубном пространстве аппарата, а в трубках проходит нагреваемая им ХОВ. Из-за этого аппарат имеет значительные массу

и габариты. Также особенностями аппаратов данного типа являются сложность ремонта и невозможность регулирования его параметров ввиду монолитности конструкции.

При реализации проекта по закрытию выпара [1, 2] на котельной завода АБ ИнБев Эфес в 2023 году было предложено включить в схему узла деаэрации пластинчатый теплообменник параллельно существующему ОВА, который предполагается включить вместо ОВА. Отметим несколько причин данной модернизации. Во-первых, не имелось резервной схемы утилизации выпара деаэратора при условии вывода ОВА из работы, например, при ремонте или внутреннем осмотре. Срок службы охладителя выпара около 10-15 лет, анализ суточных расходов ХОВ показывает, что в аппарате возможна утечка. Если подать ХОВ в деаэратор без подогрева, то значительно увеличивается расход пара на деаэрацию (на 2-4 тонны пара в сутки). Во-вторых, у пластинчатых теплообменников выше коэффициент теплопередачи, что позволяет получить больше тепловой энергии при сопоставимой площади теплообмена или уменьшить эту поверхность при схожем значении температур на выходе с теплообменника перед подачей в деаэрационную колонку. Здесь же можно отметить, что значительное количество пластинчатых теплообменников имеют разборную конструкцию, что позволяет регулировать тепловую мощность, просто добавляя или убавляя пластины. Разборная конструкция теплообменника предполагает простой ремонт аппарата. В-третьих, при отсутствии дополнительного места в котельных (бывает на объектах малой производительности) установка кожухотрубного охладителя выпара невозможна из-за значительных габаритов ОВА. Исходя из этого у пластинчатых теплообменников ниже металлоёмкость и масса аппаратов, что облегчает обслуживание.

Рассмотрим данную схему более подробно (рис. 1). Конденсат поступает в деаэратор напрямую без дополнительного подогрева. Это связано с его высокой температурой (91-95 °С). Возврат конденсата значителен и составляет около 90 % потреблённой паровыми котлами воды, что позволяет обходиться одноступенчатым Na-катионированием при подготовке ХОВ. В то же время температура ХОВ очень низкая (около 10 °С), что не позволяет направить её в деаэратор без подогрева. Также значительная разница рабочей температуры атмосферного деаэратора и добавочной воды (ХОВ) напрямую влияет на расход пара установкой. Использование ОВА приводит к повышению температуры ХОВ на 15-25 °С, снижает нагрузку на деаэратор, понижает расход пара на процесс. После реализации проекта работа установки возможна в трёх вариантах, два из которых – работа с одним из теплообменников.

Вариант №1. Работа через охладитель выпара. В данном случае ХОВ проходит по трубкам ОВА нагреваясь от выпара, поступающего в паровой объём теплообменника. Выпар частично конденсируется, далее отводится в барботёр охлаждения сточных вод, а несконденсировавшиеся газы выводятся в атмосферу. Открыты затворы 6, 16, 8 на линии выпара, конденсата выпара, отвода несконденсировавшихся газов, а также 17 и 10 на линии ХОВ.

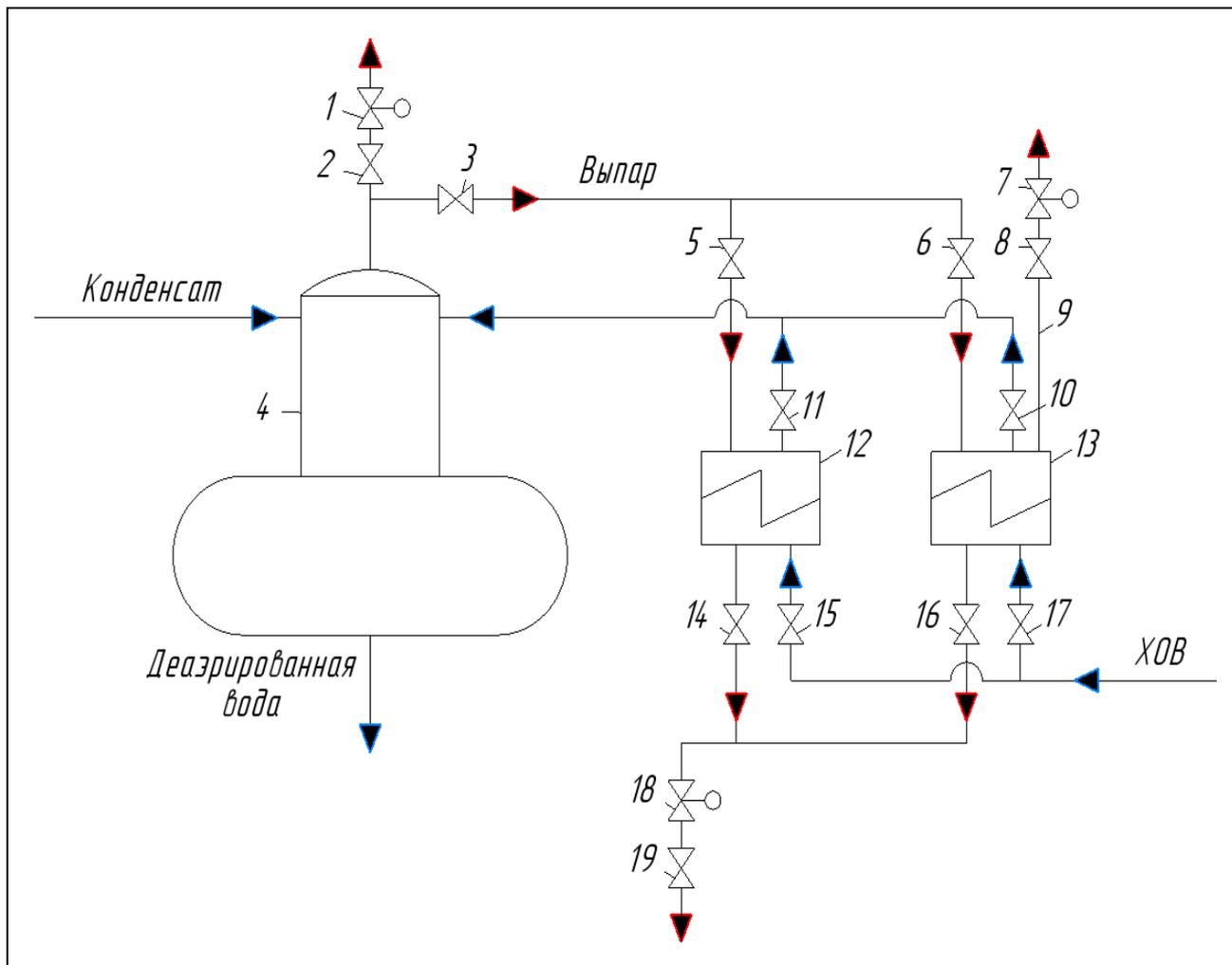


Рис. 1. Схема узла деаэрации с применением разного типа теплообменников для нагрева ХОВ: 1 – автоматический клапан; 2 – затвор; 3 – задвижка; 4 – атмосферный деаэратор TDM-50; 5, 6, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19 – затворы; 7 – автоматический клапан; 9 – трубопровод отвода выпара в атмосферу; 12 – пластинчатый теплообменник, 13 – кожухотрубный охладитель выпара; 18 – автоматический клапан

Вариант №2. Работа через пластинчатый теплообменник. Если кожухотрубный ОВА выведен из эксплуатации (ревизия, ремонт и т.д.), то в работу включаем пластинчатый пароводяной теплообменник. Открыты затворы 5 и 14 линии выпара и конденсата, а также 15 и 11 линии ХОВ. Основное отличие от ОВА (кроме типа аппарата) заключается в том, что у него отсутствует трубопровод отвода выпара в атмосферу. Это означает, что неконденсируемая часть выпара будет отводиться вместе с конденсатом выпара в барботёр.

Вариант №3. В данном случае не используется ни один из теплообменников, задвижка 3 закрыта, выпар направляется непосредственно в атмосферу (затвор 2) и регулируется клапаном 1. Ввиду отсутствия утилизации выпара на подогрев ХОВ некоторая экономия получается при закрытии автоматического клапана в моменты отсутствия подпитки ХОВ, т.е. когда не требуется деаэрации [1, 2].

На данный момент используется второй вариант, который показал практическую возможность работы пластинчатого теплообменника в качестве охладителя выпара. Измерения показывают, что температура на выходе с теплообменника увеличивается также на 15-25 °С (в зависимости от потока ХОВ), как и при использовании ОВА, значения остаточного кислорода в пределах норматива (15,5-19 мкг/дм<sup>3</sup>) [3], габариты аппарата (Alfa Laval TS6-MFG) незначительны (704/400/500 мм) и позволяют разместить его рядом с деаэрационной колонкой, что упрощает транспортировку как выпара, так и ХОВ.

После реализации проекта по закрытию выпара в некоторых режимах работы и переходе на пластинчатый теплообменник наблюдается понижение расхода пара на деаэратор до значений в 4 тонны в сутки при простоях производства, 5-6 тонн в сутки при значительном пароразборе производством.

До модернизации нормальный суточный расход пара на деаэрацию наблюдался в диапазоне от 6 до 8 тонн в сутки, иногда повышаясь до 9-10 тонн. В среднем за месяц расход пара на деаэратор понизился на 1,5 тонны в сутки.

Вывод: реализована схема с заменой существующей модели подогрева ХОВ без ухудшения качества воды, остаточное содержание кислорода осталось на низком уровне в пределах норматива [3], появилась возможность использовать всю теплоту выпара просто добавив пластин теплообменника, габариты аппарата позволяют разместить его рядом с узлом деаэрации, упрощая транспортировку выпара и ХОВ.

### **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список использованной литературы**

1. Золин М.В. Оценка экономичности решений по повышению эффективности атмосферной деаэрации в котельных установках / М.В. Золин, О.В. Пазушкина, Д.С. Морозов // Надежность и безопасность энергетики. 2022 – Т.15, №4. – С. 240-246.
2. Морозов Д.С. Закрытие выпара атмосферного деаэратора в некоторых режимах / Морозов Д.С., Пазушкина О.В. // В сборнике: Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации. Сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. Белебей, 2022. С. 108-110.
3. ГОСТ 16860-88 Деаэраторы термические. Типы, основные параметры, приемка, методы контроля от 04.11.88 N 3646. Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». Источник: <https://docs.cntd.ru/document/1200011642>

## **Heating of chemically purified water using a plate heat exchanger instead of a shell-and-tube vapor cooler**

*Morozov D. S., Pazushkina O. V.*

Ulyanovsk State Technical University  
432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets st., 32

email: goodwin731@mail.ru, o.pazushkina@ulstu.ru

The purpose of this article is to study the operation of an atmospheric deaerator when replacing a shell-and-tube vapor cooler with a plate heat exchanger for heating chemically purified water with atmospheric deaerator vapor. The possibility of using another type of heat exchanger without deterioration of the feed water properties of steam boilers is analyzed. The conducted studies confirm this possibility and show their effectiveness.

*Keywords:* atmospheric deaeration, vapor cooler, plate heat exchanger, vapor closure.

### **References**

1. Zolin M.V. Assessment of the cost-effectiveness of solutions to improve the efficiency of atmospheric deaeration in boiler plants / M.V. Zolin, O.V. Pazushkina, D.S. Morozov // Reliability and safety of energy. 2022 – Vol.15, No. 4. – pp. 240-246.
2. Morozov D.S. Closing the vapor of an atmospheric deaerator in some modes / Morozov D.S., Pazushkina O.V. // In the collection: Modern science: current problems, achievements and innovations. Collection of articles based on the materials of the III All-Russian Scientific and practical conference. Belebey, 2022. pp. 108-110.
3. GOST 16860-88 Thermal deaerators. Types, basic parameters, acceptance, control methods from 04.11.88 N 3646. Access from the electronic fund of regulatory, technical and regulatory information of the Codex Consortium. Source: <https://docs.cntd.ru/document/1200011642>

## ИНФОРМАТИКА

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_64

УДК 004.77

ГРНТИ 06.54.51

ВАК 1.2.2

### **Telegram-бот для построения графиков**

Астанин М.А.

*МИРЭА – Российский технологический университет,  
119454, Россия, г. Москва, Проспект Вернадского 78*

email: misha100904@gmail.com

В настоящей работе была реализована программная система, которая решает задачу упрощения восприятия информации путём визуализации данных в виде различных графиков, на основе следующей функциональности: построение трёх видов графиков по введенным данным или данным текстового файла, настройка параметров графика, получение графика в формате изображения.

В работе обоснована актуальность выбранной темы, определены объект и предмет исследования. Представлены результаты анализа предметной области, обзора и анализа существующих решений, постановки задачи на разработку программной системы и определения основных требований к системе. Предоставлены модель процессов системы, блок-схем алгоритма взаимодействия пользователя с системой. В заключении приведены краткие результаты выполненной работы.

*Ключевые слова:* визуализация данных, график, telegram, telegram-бот.

### **Введение**

В современном информационном мире каждый из нас ежедневно сталкивается с большим объемом данных, и обработка такого количества информации может быть сложной, особенно в случае числовых данных. Визуализация данных является эффективным инструментом для упорядочивания информации, улучшения ее восприятия и выделения трендов.

Данные, представленные в таблицах и документах, не всегда явно отображают взаимосвязи между процессами, периодами роста или спада, зависимости показателей.

В то же время визуальный формат позволяет организовать данные и создать цельную картину происходящего. Легкость интерпретации данных на графиках делает их очень полезными для широкого круга пользователей, от студентов до бизнесменов [1].

Спрос на визуализацию данных и создание приложений для построения графиков и других визуальных представлений значительно растет.

Технологический прогресс, изменяющиеся ожидания пользователей, увеличение объема собираемых данных и потребность в эффективных способах понимания и представления этих данных являются основными факторами этого роста.

По прогнозам, к 2031 году объем рынка визуализации данных достигнет почти 20 миллиардов долларов, что свидетельствует о значительном росте в этой сфере [2].

Рынок инструментов и приложений для визуализации данных будет продолжать развиваться, предлагая компаниям и частным лицам новые возможности для более эффективного использования данных.

Некоторые статистические данные подтверждают необходимость создания продуктов для визуализации данных.

Например, 90% информации, передаваемой в мозг, является визуальной, а 50% работы мозга связано с обработкой зрительной информации [2].

Согласно исследованию Уортонской школы бизнеса, визуализация данных позволяет сократить продолжительность деловых встреч на 24% [2].

Также, включение в контент визуальных средств, таких как диаграммы, графики и изображения, приводит к увеличению числа читателей на 80% по данным исследований [2].

В связи с вышесказанным возникает необходимость создания системы, которая бы позволила людям быстро визуализировать нужные им данные для последующего анализа.

### **Анализ предметной области**

Программная платформа для разработки графиков объединяет несколько ключевых областей, таких как основы математической статистики, существующие telegram-боты и методика создания ботов.

Математическая статистика представляет собой науку, которая разрабатывает математические методы для систематизации и применения статистических данных с целью получения практических и научных выводов. Она помогает описывать данные, проводить их анализ и строить прогнозы. Эта область тесно связана с математическим аппаратом и теорией вероятности, часто используя те же формулы и методы. Она также предлагает методики и разделы для графического представления данных, их анализа, прогнозирования и проверки гипотез [3].

При разработке программного продукта нас интересует визуализация данных в виде графиков.

Графики представляют собой способ отображения информации с помощью рисунка, каждый из которых отображает взаимосвязь между двумя количественными переменными и облегчает понимание представленных данных.

Графики являются особенно полезными при публикации статистических данных, сравнении количеств и отображении тенденций, так как они в большинстве случаев представляют числовую информацию.

Telegram является одним из наиболее популярных мессенджеров, предоставляющим функцию обмена текстовыми, голосовыми и видеосообщениями, а также стикерами, фотографиями и файлами различных форматов. Этот мессенджер пользуется популярностью у множества пользователей, причем их число постоянно растет.

Telegram боты являются одним из его преимуществ, так как они могут быть полезны для многих пользователей.

Telegram-боты представляют собой небольшие приложения внутри мессенджера, которые выполняют заранее заданные задачи без участия пользователя.

Боты способны выполнить все действия, которые может выполнять человек в чате: отвечать на вопросы, выполнять команды, отправлять сообщения и т.д. Они позволяют автоматизировать различные шаблонные задачи, которые могут повторяться множество раз.

Telegram-боты обладают набором преимуществ:

- они доступны и могут быть использованы в любой момент;
- мгновенно отвечают пользователям;
- боты обеспечивают удобство в использовании, работая по принципу вопрос-ответ;
- их использование не требует установки дополнительных программ или приложений, так как все взаимодействие с ботом осуществляется непосредственно через мессенджер;
- они обеспечивают безопасность и защиту личных данных пользователей [4].

Таким образом, Telegram-боты идеально подходят для быстрой и удобной визуализации необходимых данных в виде графиков для последующего анализа.

К тому же статистические данные свидетельствуют о популярности Telegram. Месячная аудитория Telegram составляет 900 миллионов пользователей. В России мессенджер активно используется 47.7% населения ежедневно. Пользователи проводят в Telegram в среднем 3 часа 57 минут в месяц, и этот показатель за последние два года удвоился [5].

Результаты анализа предметной области определили объектом исследования telegram-бот, который позволит пользователям быстро визуализировать данные в виде различных графиков для последующего анализа. Для обеспечения максимальной эффективности взаимодействия с системой, она будет обладать интуитивно понятным и простым интерфейсом. Кроме того, данная программная система будет открытой и доступной для всех пользователей.

## Обзор и анализ аналогов

В результате проведенного исследования были выявлены частичные аналоги, которые могут являться конкурентами системе, разрабатываемой в ходе данной работы. Чтобы провести анализ, определим следующие критерии сравнения: 1 – возможность построения линейного графика, 2 – возможность построения столбчатой диаграммы, 3 – возможность построения круговой диаграммы, 4 – возможность настройки параметров графика, 5 – удобство использования. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ аналогов

Аналог	Критерии					Примечание
	1	2	3	4	5	
PlotBot	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Имеет возможность построения графика на основе данных текстового файла
charting_telegram_bot	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Возможность построения графика функции по формуле

В результате сравнительного анализа не было выявлено полного аналога системы для построения графиков. Ближе всего по функционалу оказался бот PlotBot, который строит графики по данным текстового файла. Однако у него не хватает возможности построения столбчатой и круговой диаграмм. Также данный аналог не имеет возможности настройки параметров графика.

### **Постановка задачи на разработку программной системы**

По результатам анализа предметной области и существующих решений выявлено, что не существует системы, удовлетворяющей всем критериям объекта исследования данной работы, поэтому необходимо разработать продукт, который сможет превзойти конкурентов и соберёт в себе их достоинства, а недостатки будут исправлены.

Задачи программной системы:

1. Возможность построения линейного графика.
2. Построение столбчатой диаграммы.
3. Возможность построения круговой диаграммы.
4. Выбора цвета графика.
5. Настройка наименования осей графика.
6. Построение графика по данным текстового файла.
7. Возможность получать графики в виде изображений.
8. Понятный интерфейс общения с ботом.

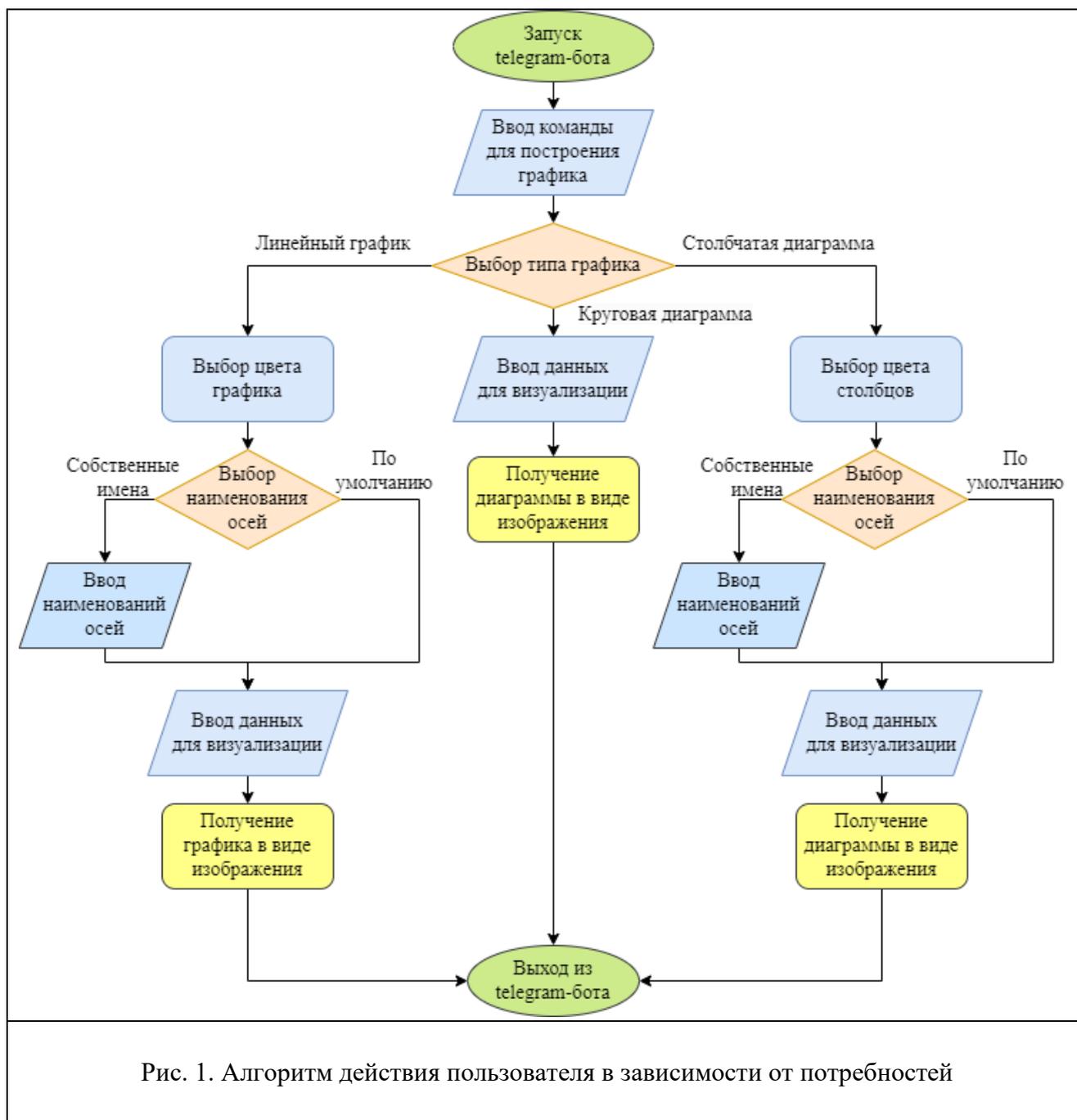
### **Модель работы программной системы**

Модель работы программной системы позволяет понять, как друг с другом взаимодействуют её конкретные элементы и как с ней взаимодействует пользователь, однако, для того чтобы понять, в какой последовательности работают эти элементы и что нужно делать пользователю для правильной работы программы, необходимо знать алгоритм работы системы. Рассмотрим процесс построения графика с алгоритмической точки зрения: последовательности действий человека.

Человеку необходимо визуализировать имеющиеся у него данные и построить график. Для этого он переходит в telegram-бот и вводит соответствующую команду. Далее в зависимости от потребностей пользователь выбирает один из трёх возможных видов графика и нажимает на соответствующую кнопку. Далее необходимо выбрать цвет графика, для чего нужно также нажать соответствующую кнопку. Следующим шагом необходимо принять решение о наименовании координатных осей: оставить наименования по умолчанию или ввести собственные имена.

После этого необходимо ввести имеющиеся у пользователя данные в соответствии с требуемым форматом или прислать в чат с ботом файл формата txt с записанными в него данными.

После выполнения данной последовательности действий человек получит график с требуемыми настройками в виде изображения. Описанный выше алгоритм представлен на рисунке 1.



### Описание функций, реализуемых программной системой

В системе реализуются следующие функциональные возможности:

- запуск бота: позволяет пользователю начать работу с telegram-ботом и получить краткую инструкцию по работе с ним;
- построение графика: позволяет пользователю построить график на основе представленных данных;
- выбор типа графика: позволяет пользователю выбирать между различными форматами отображения данных;

- выбор цвета графика: позволяет пользователю выбирать различные цвета графика в зависимости от потребностей;
- выбор наименования осей: позволяет пользователю настроить наименование координатных осей графика в соответствии с потребностями;
- построение графика по данным из файла: позволяет пользователю присылать данные для визуализации в файле формата txt;
- получение графика в формате изображения: позволяет пользователю получить необходимый ему график в виде изображения и использовать его для дальнейших целей.

Вышеописанные функциональные возможности в программной системе реализуются совокупностью взаимодействующих объектов и функций, входящих в состав telegram-бота. Пример работы системы представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример работы системы для построения графиков

## Заключение

Программная система для построения графиков решает задачу упрощения восприятия информации путём визуализации данных в виде различных графиков. Telegram-бот позволяет быстро построить нужный график и обладает простым и понятным интерфейсом. Кроме этого, система имеет потенциал для добавления новых функциональных возможностей, которые смогут выгодно отличить её от своих аналогов и поможет ещё эффективнее выполнять поставленную задачу.

## Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## Список литературы

1. Обучающий сайт Webformyself. – [Электронный ресурс]. URL: <https://webformyself.com/telegram-boty-perspektivnoe-napravlenie-dlya-povysheniya-doxoda-razrabotchikov/>. (20.01.2024)
2. Информационный ресурс MarketSplash. – [Электронный ресурс]. URL: <https://marketsplash.com/ru/vizualizatsiia-dannykh-statistika/> (25.01.2024)
3. Интернет-энциклопедия Википедия. – [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая\\_статистика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая_статистика) (25.01.2024)
4. Обучающий портал GeekBrains. – [Электронный ресурс]. URL: <https://gb.ru/blog/chto-takoe-telegram/> (01.02.2024)
5. Информационный ресурс ИНКЛИЕНТ. – [Электронный ресурс]. URL: <https://incliient.ru/telegram-stats/> (15.02.2024)

## Telegram is a charting bot

Astanin M.A.

*MIREA – Russian University of Technology,  
78 Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russia*

email: [misha100904@gmail.com](mailto:misha100904@gmail.com)

In this work, a software system was implemented that solves the problem of simplifying the perception of information by visualizing data in the form of various graphs, based on the following functionality: building three types of graphs based on entered data or text file data, configuring graph parameters, obtaining a graph in image format.

The paper substantiates the relevance of the chosen topic, defines the object and subject of the study. The results of the analysis of the subject area, review and analysis of existing solutions, setting the task of developing a software system and determining the basic requirements for the system are presented. A model of the system processes, flowcharts of the algorithm of user interaction with the system are provided. In conclusion, brief results of the work performed are presented.

*Keywords:* data visualization, graph, telegram, telegram bot.

**References**

1. Webformyself training site. – [Electronic resource]. URL: <https://webformyself.com/telegram-boty-perspektivnoe-napravlenie-dlya-povysheniya-doxoda-razrabotchikov/>. (20.01.2024)
2. MarketSplash information resource. – [Electronic resource]. URL: <https://marketsplash.com/ru/vizualizatsiia-dannykh-statistika/> (25.01.2024)
3. The Internet encyclopedia Wikipedia. – [Electronic resource]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Mathematic\\_statistics](https://ru.wikipedia.org/wiki/Mathematic_statistics) (01/25/2024)
4. GeekBrains training portal. – [Electronic resource]. URL: <https://gb.ru/blog/chto-takoe-telegram/> (01.02.2024)
5. Information resource INCLIENT. – [Electronic resource]. URL: <https://inclient.ru/telegram-stats/> (15.02.2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_72

УДК 004.6, 519.252

ГРНТИ 83.77.00

ВАК 1.2.3

## **Использование предобработки данных для эффективной сегментации абитуриентов на основе цифрового следа**

\* Бабичева Н. Б., Кирчева А. С., Мамедов И. В.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,  
654007, Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова 42*

email: \* [babicheva\\_nb@mail.ru](mailto:babicheva_nb@mail.ru), [alinakircheva@mail.ru](mailto:alinakircheva@mail.ru), [mamedowilkin15@gmail.com](mailto:mamedowilkin15@gmail.com)

### **Аннотация**

Цифровой след абитуриентов представляет собой ценную информацию, которая может быть использована для решения задачи сегментации образовательных услуг в соответствии с их разнообразными потребностями. Для достижения задачи необходима предварительная обработка данных, этапы которой приведены в статье. Использование парсера позволяет автоматизированно собирать информацию об интересах пользователя. Результаты работы представлены в виде графиков, отображающих распределение возрастов и соотношение открытых и закрытых профилей людей в диапазоне 15-19 лет. Дальнейшее исследование направлено на анализ активности и интересов участников групп с целью более точной сегментации и разработки эффективных стратегий привлечения абитуриентов в образовательные учреждения.

*Ключевые слова:* цифровой след, сегментация, парсер, обработка, абитуриенты.

### **Теория и методы исследования**

В настоящее время цифровая технология становится все более важной и неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Вместе с ростом числа пользователей интернета и развитием онлайн-сервисов, люди оставляют за собой цифровой след, который представляет собой информацию о действиях и активности пользователя в цифровой среде. Он включает в себя данные о посещенных веб-сайтах, онлайн-взаимодействиях и о вкладе пользователя в цифровом мире [1].

Одной из интересных возможностей, которые открывает перед абитуриентами цифровой след, является его использование для решения задачи сегментирования. Сегментация абитуриентов и образовательных услуг представляет собой особый вид анализа, начинающийся с определения ключевых факторов сегментации. Выбор факторов зависит от конкретных проблем, которые учебное заведение стремится решить, а также от потребителей образовательных услуг.

Однако сегментация абитуриентов и их потребностей является наиболее сложной задачей, требующей тщательного и взвешенного подхода. Это обусловлено вариативностью их требований, приоритетов и проблем, которые могут повлиять на выбор образовательной услуги, а также недостаточным уровнем информированности, организованности и целенаправленности личностей в процессе принятия решений.

Потребности абитуриентов можно распределить, то есть они поддаются структуризации и сегментации, поскольку потребители регулярно осуществляют выбор в соответствии с их стратегиями и планами действий. Важно понимать, что сегментация абитуриентов позволяет определить образовательную траекторию, которая включает в себя образовательные цели и интересы, академические успехи, географическое и социокультурное окружение, а также особые потребности и обстоятельства. Понимание этих факторов помогает образовательным учреждениям адаптировать свои программы и услуги к различным потребностям абитуриентов.

Для успешного сегментирования необходима предварительная обработка данных. Этапы предобработки представлены на рисунке 1.

Чаще всего требуется получить данные в годной к употреблению форме. Было подсчитано, что специалисты по работе с данными тратят на их подготовку 80% времени [2]. Сложно сформулировать проблему таким образом, чтобы к ней можно было применить методы машинного обучения и получить имеющие практическую ценность и измеримые результаты. Очень важно правильно подобрать признаки для качественных результатов.

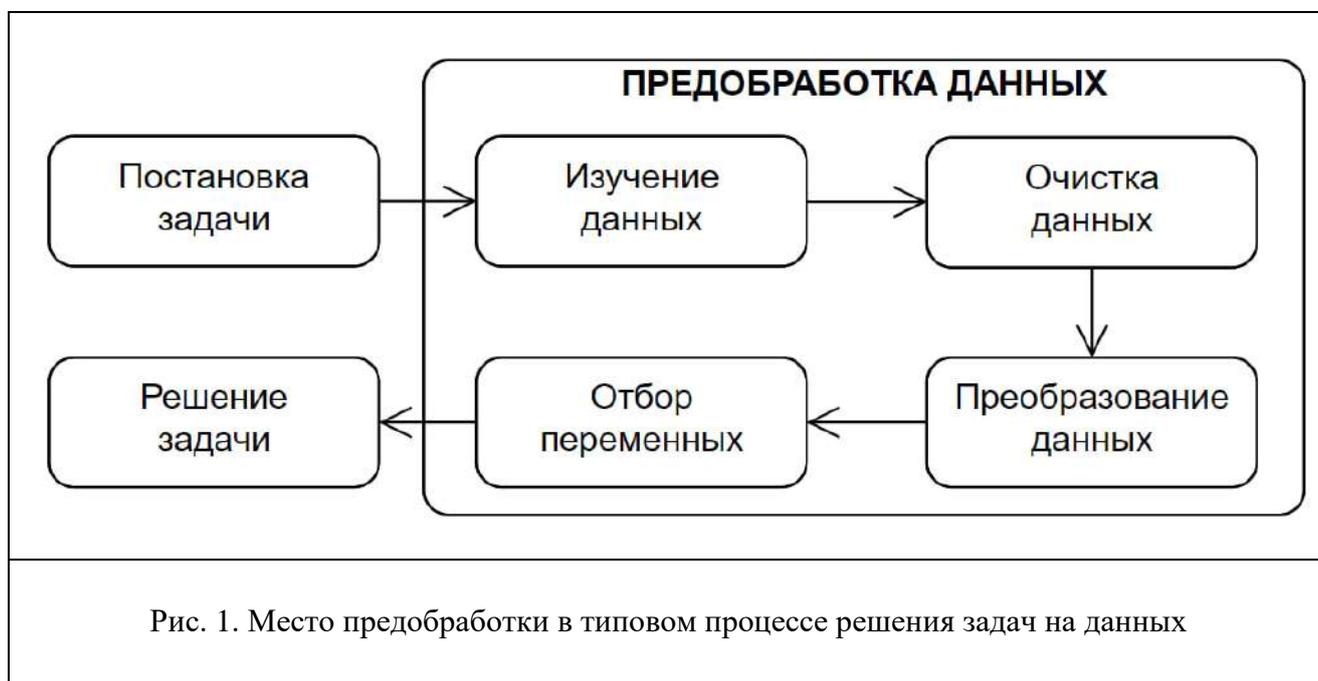


Рис. 1. Место предобработки в типовом процессе решения задач на данных

Этап изучения данных представляет собой важный этап в предобработке данных, поскольку от качества и полноты данных зависит точность и достоверность выводов и результатов анализа. Систематическое и глубокое изучение данных позволит исследователям получить более полное представление о рассматриваемом объекте или процессе и сделать выводы на основе имеющейся информации.

Исследование данных является важным этапом в научных исследованиях и аналитических процессах. Перед тем как проводить любые процедуры на данных, необходимо ответить на ряд ключевых вопросов. Прежде всего, необходимо понять, что именно описывают данные, и к какой конкретной предметной области они относятся. Это позволяет определить экспертов в данной области и основные параметры, характеризующие объект или процесс, описываемый данными. Также важно оценить стабильность объекта или процесса во времени и сформулировать цель исследования с учетом мнения специалистов предметной области.

Анализ полноты данных играет ключевую роль, позволяя оценить, насколько данные хорошо описывают изучаемый объект или процесс, а также учитывать влияние внешних факторов. Для описания данных важно знать их размер, состав и типы переменных, статистические характеристики и количество пропусков.

Очистка данных направлена на обеспечение полноты, истинности, корректности и непротиворечивости данных. Однако не всегда можно убрать все некачественные данные, так как таких данных может быть много, что может повлиять на результаты предобработки данных. В этом процессе применяются различные процедуры.

Одной из ключевых задач предобработки следует отнести заполнение пропусков. Методы обработки пропусков включают в себя удаление строк или столбцов с пропусками, заполнение пропусков логически обоснованными значениями, использование самого частого значения или расчетных значений, восстановление значений с использованием различных методов, таких как регрессия и классификация, а также другие методы.

Бывает такое, что в процессе получения данных встречаются дубликаты записей и выбросы, которые могут повлиять на результаты. Причины появления таких аномалий могут быть разными: возникновение технических сбоев, ошибок ввода или неправильный подход к решению задачи.

Выбор подхода к обработке данных зависит от того, что именно означают значения переменных, как возникают некорректные данные и их тип, поэтому важно различать между собой нулевые значения, пустые ячейки и неправильные данные. Важно учитывать различия в методологии обработки ошибок для целевых переменных.

Разнообразие данных также может оказать влияние на качество результатов. Преобразование данных в предобработке данных – это процесс изменения или преобразования исходных данных для подготовки их к анализу или использованию в моделях машинного обучения.

Чаще всего категориальные признаки поддаются преобразованию данных. Категориальные данные относятся к данным, которые не представлены в числовой форме, и могут включать в себя как бинарные признаки (имеющие два уникальных значения), так и признаки с более чем двумя уникальными значениями. Для обработки таких признаков необходимо провести процесс кодирования категориальных признаков, который заключается в преобразовании категориальных данных в числовое представление в соответствии с определенными заранее установленными правилами или методами.

Также к процессу преобразованию данных относится инженерия признаков – процесс преобразования и модификации необработанных данных с целью создания новых признаков, которые более точно отражают суть задачи или являются более информативными для моделей машинного обучения.

Процесс отбора данных заключается в обеспечении максимальной эффективности модели на предварительно подготовленном наборе данных. Его целью является определение набора переменных, которые наиболее важны для получения оптимальных результатов предсказания.

Методы отбора переменных могут различаться в зависимости от алгоритма, используемого для построения модели. Они могут включать в себя анализ важности признаков, методы отбора на основе статистических тестов, алгоритмы рекурсивного и прямого отбора признаков и другие подходы. Поэтому выбор подходящего метода отбора переменных зависит от конкретной задачи, характеристик данных и используемой модели.

Чтобы данные прошли процесс предобработки, необходимо собрать данные исходя из постановки задачи с помощью нужных алгоритмов и средств. Парсер, способный извлекать данные из социальных сетей, играет ключевую роль в сегментации абитуриентов. Социальные сети становятся основным источником цифрового следа, оставленного абитуриентами в Интернете. Взаимодействия в социальных сетях, такие как посты, подписанные группы, комментарии, фотографии, лайки и другие активности, могут содержать ценную информацию о предпочтениях, интересах, увлечениях и даже личных характеристиках абитуриентов.

Использование парсера для анализа данных из социальных сетей позволяет унифицировать и автоматизировать процесс сегментации абитуриентов. Парсер может извлекать информацию о пользовательских профилях, такую как место жительства, интересы, образование, группы и другие факторы, которые могут быть полезны для понимания профиля потенциальных абитуриентов. Это позволяет учебным заведениям создавать более точные и персонализированные стратегии привлечения абитуриентов, а также более эффективно взаимодействовать с ними в процессе набора на обучение.

В результате этого была сформирована цель проекта: разработать парсер, который будет заниматься поиском будущих абитуриентов среди школьных групп Новокузнецка в социальной сети ВКонтакте. Данный парсер собирает всех пользователей в единый файл, который в будущем пройдет процесс предобработки данных.

Исходя из целей работы были определены задачи, которые заключались в следующем:

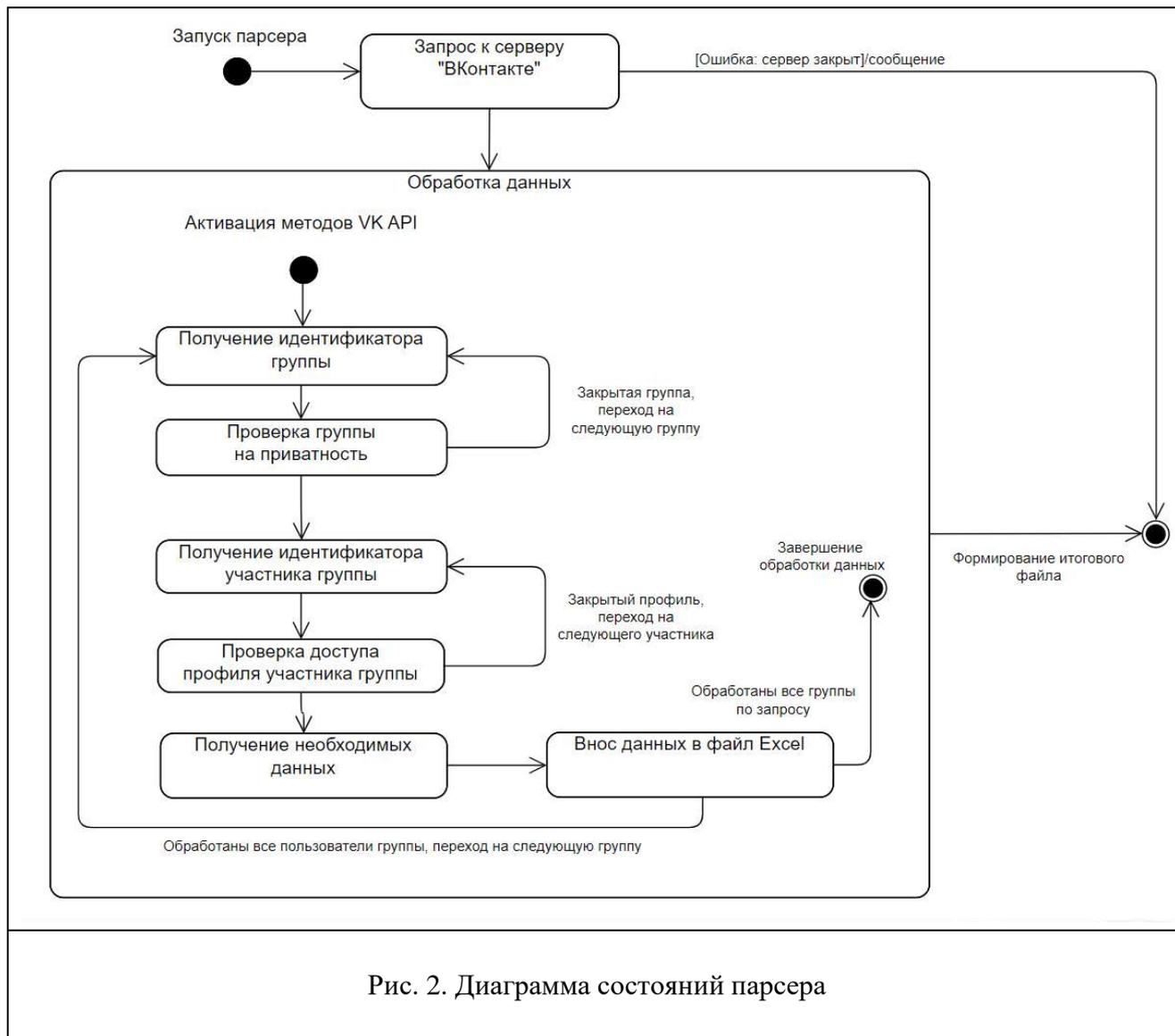
- необходимо выявить сообщества школ Новокузнецка;
- создать способ получения данных в социальной сети ВКонтакте для дальнейшей обработки полученных результатов.

Для достижения цели были использованы методы социальной сети ВКонтакте [3], функция расчета возраста на языке программирования Python и инструменты Microsoft Excel.

На рисунке 2 представлена диаграмма состояний парсера.

При запуске парсера, его первым шагом является установление связи с сервером социальной сети ВКонтакте. Данный шаг критически важен, поскольку от него зависит возможность получения данных. Если сервер ВКонтакте недоступен, парсер выдаст соответствующее сообщение об ошибке, после чего процесс набора данных завершится.

Если сервер доступен, парсер приступает к обработке данных. Этот этап начинается с активации методов VK API, которые позволяют извлечь необходимую информацию о группе и её участниках. После получения идентификатора группы парсер осуществляет запрос на сервер ВКонтакте для получения информации о самом сообществе.



Важным шагом является проверка приватности группы. Если группа закрытая и её данные недоступны для парсера, он автоматически переходит к следующей группе в списке. Однако, если группа открытая, парсер приступает к извлечению данных участников данной группы.

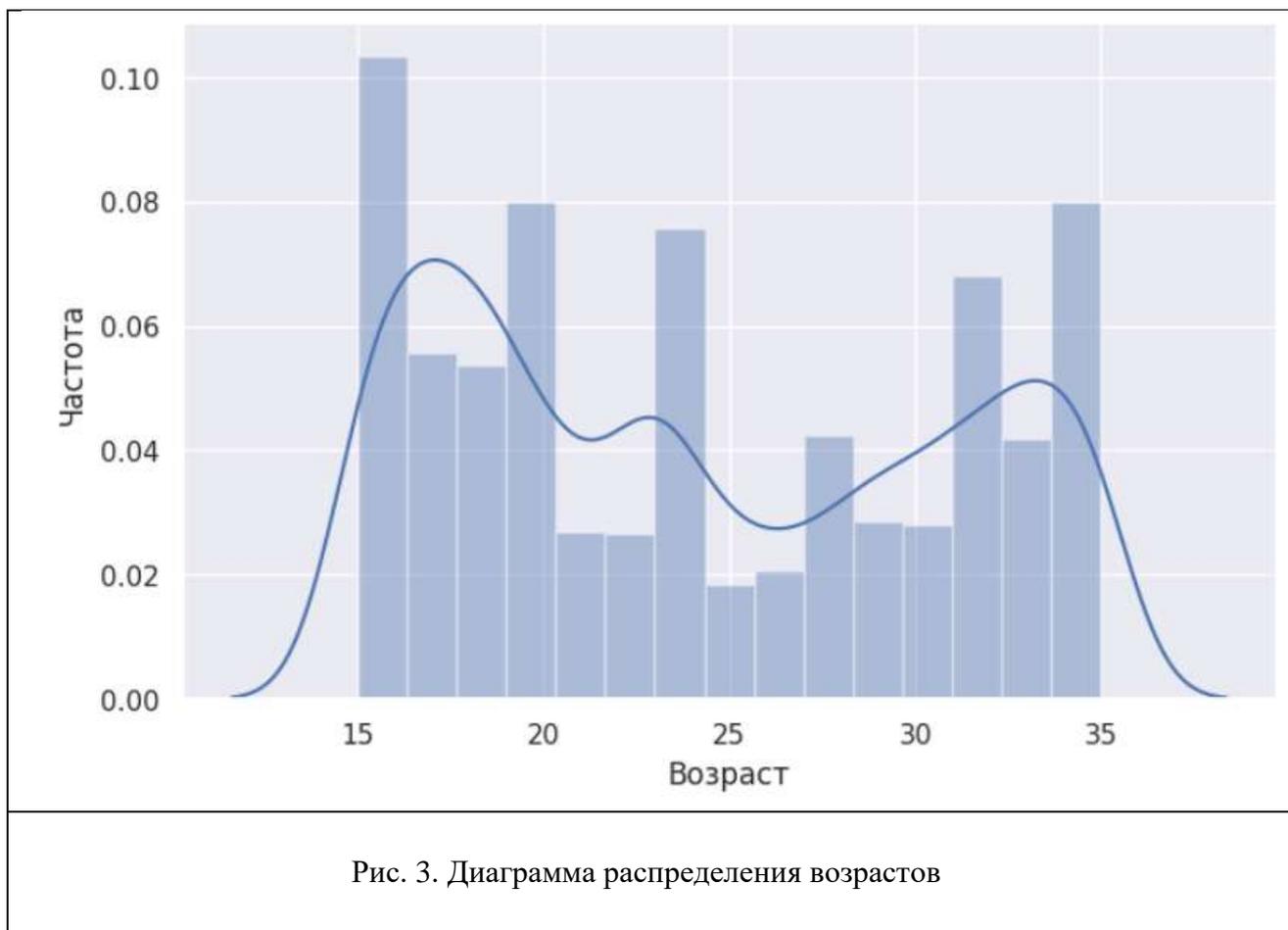
Для каждого участника группы парсер получает идентификатор и проверяет доступность его профиля. Парсер не способен получить полную информацию, если профиль пользователя закрытый. Однако, если профиль пользователя открытый, парсер извлекает необходимые данные пользователя, которые зашифрованы в процессе получения информации с целью избежания утечки, во время обработки и статус приватности профиля. Если некоторые данные неизвестны, то программа выдаст «Не указано».

Собранные данные о каждом пользователе группы заносятся в специально созданный Excel файл. Каждая группа имеет свой собственный лист в этом файле. После того, как парсер обработал все указанные группы и всех их участников, он завершает свою работу.

В заключение программа формирует итоговый файл, содержащий собранные данные. Этот файл предоставляет информацию об участниках групп, что может быть полезно для анализа.

### Полученные результаты и их обсуждение

Исследование включало анализ 33 школьных групп в социальной сети «ВКонтакте» с использованием парсера, который просматривал 32 открытые группы. В результате было обнаружено 23987 пользователей, где 21771 уникальных. Диаграмма распределения возрастов представлена на рисунке 3. Среди пользователей старше 25 лет можно сделать вывод, что это, вероятно, преподаватели или студенты.



Также было выделено 2380 человек в возрасте от 15 до 19 лет, с дальнейшим разбиением на подгруппы по возрасту. На рисунке 4 показано соотношение процентов пользователей с открытым и закрытым профилем. С увеличением возраста наблюдается рост процента пользователей с закрытым профилем.

В настоящее время проводится дальнейшее исследование с целью выделения дополнительных групп школьников для будущего анализа и сегментации. Это включает в себя анализ активности и взаимодействия в социальной сети «ВКонтакте» среди различных групп пользователей. Кроме того, осуществляется выделение характерных особенностей и интересов участников этих групп для более точной сегментации. Данный процесс позволит более глубоко понять социальное взаимодействие школьников в сети и поможет разработать стратегии обучения и взаимодействия с этой аудиторией.

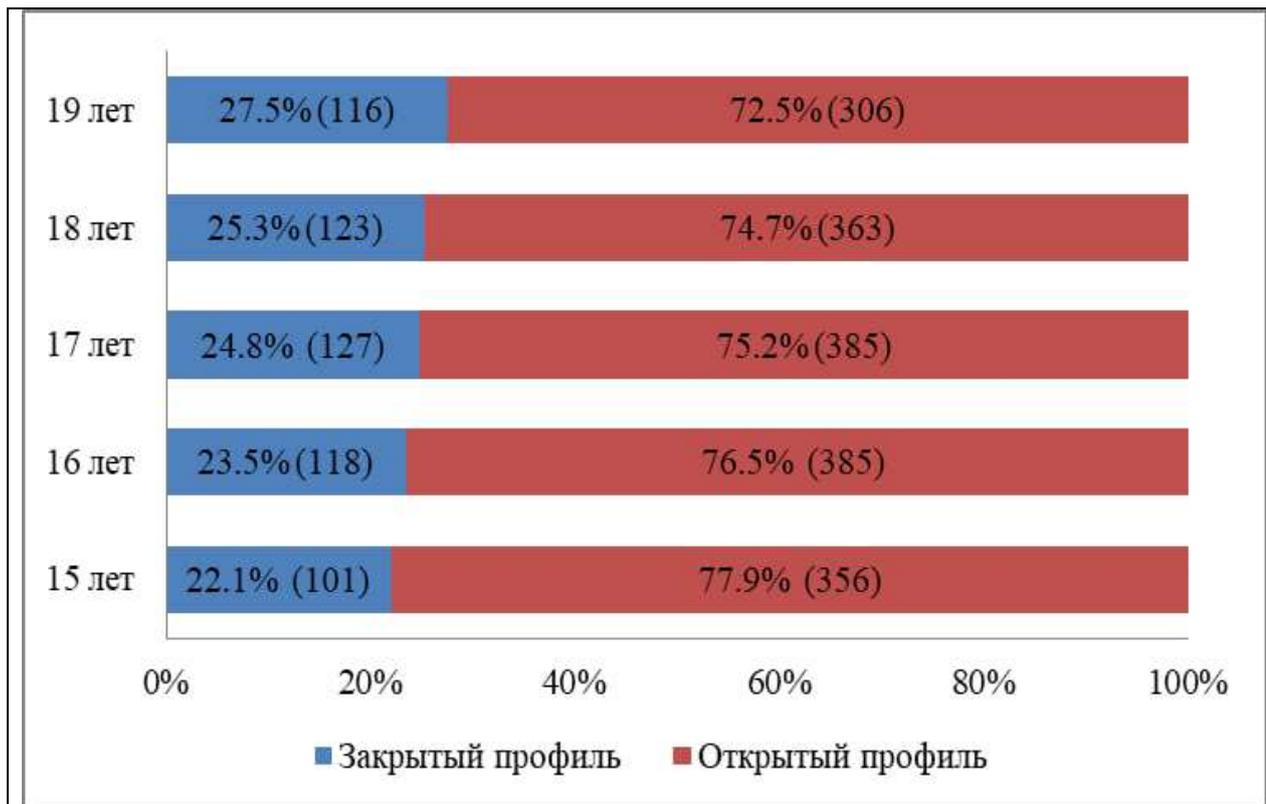


Рис. 4. Соотношение открытых и закрытых профилей людей в диапазоне 15-19 лет

### Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### Список литературы

1. Бабичева, Н. Б. Применение цифрового следа в построении непрерывной образовательной траектории / Н. Б. Бабичева, А. С. Кирчева, И. В. Мамедов // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2023 : труды Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Новокузнецк, 12–14 декабря 2023 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2023. – С. 248-254.
2. Начальное руководство по данным для обучения ИИ [Электронный ресурс] - URL: <https://ru.shaip.com/blog/the-only-guide-on-ai-training-data-you-will-need-in/> (дата обращения 13.03.2024)
3. Описание методов API | VK для разработчиков [Электронный ресурс] - URL: <https://dev.vk.com/ru/method> (дата обращения 16.03.2024)

## UTILIZING DATA PREPROCESSING FOR EFFECTIVE PROSPECTIVE STUDENT SEGMENTATION BASED ON DIGITAL FOOTPRINT

Babicheva N. B., Kircheva A. S., Mamedov I. V.

*Siberian State Industrial University  
654007, Russia, Novokuznetsk, Kirova st., 42*

email: \* [babicheva\\_nb@mail.ru](mailto:babicheva_nb@mail.ru), [alinakircheva@mail.ru](mailto:alinakircheva@mail.ru), [mamedowilkin15@gmail.com](mailto:mamedowilkin15@gmail.com)

The digital footprint of prospective students represents valuable information that can be used for segmenting educational services according to their diverse needs. To achieve this task, data preprocessing is necessary, the stages of which are outlined in the article. The use of a parser allows for the automated collection of information about user interests. The results of the study are presented in the form of graphs showing the distribution of ages and the ratio of open and closed profiles of individuals aged 15-19. Further research is aimed at analyzing the activity and interests of group participants to enable more precise segmentation and the development of effective strategies for attracting prospective students to educational institutions.

*Keywords:* digital footprint, segmentation, parser, processing, prospective students.

### References

1. Babicheva, N. B., Kircheva, A. S., & Mamedov, I. V. (2023). Application of digital footprint in designing continuous educational trajectory. In Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference on Automation Systems (in Education, Science, and Industry) AS'2023 (with international participation), December 12–14, 2023 (pp. 248-254). Novokuznetsk: Siberian State Industrial University.
2. Initial Guide to Data for AI Training - [Electronic resource]. URL: <https://ru.shaip.com/blog/the-only-guide-on-ai-training-data-you-will-need-in/> (13.03.2024)
3. Description of VK API Methods for Developers - [Electronic resource]. URL: <https://dev.vk.com/ru/method> (16.03.2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_80

УДК 004.424.23

ГРНТИ 20.00.00

ВАК 1.2.2

## **Программная система симуляции естественного отбора**

\* Исабекова О.А., Бульцев А.А., Бокоев Г.Р., Константинов А.П.

*РТУ МИРЭА - Российский технологический университет,  
119454, ЦФО, г. Москва, проспект Вернадского, д. 78*

email: \* [isabekova@mirea.ru](mailto:isabekova@mirea.ru), [bulzevalexandr@yandex.ru](mailto:bulzevalexandr@yandex.ru),  
[goshik04@gmail.com](mailto:goshik04@gmail.com), [mralexey1@mail.ru](mailto:mralexey1@mail.ru)

### **Аннотация**

В статье представлена разработка программной системы симуляции естественного отбора. Реализованное консольное приложение включает в себя функциональность по репродукции, мутации особей, их перемещению, питанию, межвидовому взаимодействию и гибели. Исследование включает анализ предметной области, обоснование средств проектирования, модель процессов системы и общее описание программы. Полученные результаты значимы для изучения эволюции живых организмов.

*Ключевые слова:* симуляция, естественный отбор, программная система, эволюция, анализ данных.

### **Введение**

Развитие программной системы симуляции естественного отбора представляет собой актуальную задачу, обусловленную несколькими факторами. Во-первых, такая система способствует исследованию различных гипотез об эволюции живых организмов [1]. Во-вторых, её применение может оказать существенное влияние на разработку новых методов лечения и лекарств [4]. В-третьих, симуляция естественного отбора имеет потенциал для улучшения алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта [4].

### **Анализ предметной области**

Программная система симуляции (ПСС) включает две предметные области — симуляцию естественного отбора и разработку программных систем. Анализ начинался с изучения трактовок и определений используемых понятий.

Естественный отбор — это процесс, при котором наиболее приспособленные к окружающей среде особи имеют больше шансов выжить и передать свои гены потомкам, чем менее

приспособленные. Этот процесс является одним из основных механизмов эволюции и приводит к изменению генетического состава популяции в течение поколений [2].

Особь — самостоятельно существующий организм [3].

Популяция — это группа одного вида животных, растений или микроорганизмов, которые обитают в определенной области и могут размножаться между собой [2].

Ген — элементарная единица наследственности, которая определяет признаки, свойства и функции организма [3].

Симуляция естественного отбора используется для изучения влияния различных факторов на процессы эволюции и адаптации. К таким факторам могут относиться изменение климата, наличие конкурентов и хищников, а также изменение условий жизни.

Для программной симуляции естественного отбора используются различные математические модели и алгоритмы машинного обучения, которые позволяют смоделировать изменения в генетическом коде популяции и выживание наиболее приспособленных особей [1].

Симуляция естественного отбора может использоваться в различных областях, поэтому при разработке стоит предусмотреть возможность внедрения реализованной системы в различные проекты как на уровне программного кода, так и на уровне программного приложения.

При разработке модульного программного приложения, поддерживающего внедрение модификаций используется объектно-ориентированный подход программирования.

Объектно-ориентированное программирование — это методология программирования, основанная на представлении программы в виде совокупности взаимодействующих объектов, каждый из которых является экземпляром определённого класса, а классы образуют иерархию наследования.

Объект — это экземпляр класса, конкретный представитель класса.

Класс — это модель для создания объектов определённого типа, описывающая их набор полей и их начальное состояние и определяющая алгоритмы для работы с этими объектами.

## **Обзор и анализ аналогов**

Сейчас на рынке представлено не мало симуляторов эволюции, это связано как с развитием биологии, так и с развитием информационных технологий — появляются новые задачи, которые необходимо анализировать и новые алгоритмы, с помощью которых данные задачи можно решить.

Различные симуляторы эволюции используют разные алгоритмы выбора жизнеспособных особей, но в рамках данной работы рассмотрим аналоги, использующие только алгоритм естественного отбора [1, 4].

Сравнительный анализ аналогичных решений представлен в таблице 1. Критерии, на основании которых проводилось сравнение:

1. Наличие исходного кода программы.
2. Наличие исполняемого файла приложения;
3. Наличие взаимодействий между особями одного вида.
4. Наличие взаимодействий между видами.

Таблица 1.

## Сравнительный анализ решений

Решение	Критерии				Примечания
	1	2	3	4	
Tierra	Да	Да	Да	Нет	Одна из самых первых симуляций искусственной жизни. В симуляции полностью отсутствует визуализация.
foo52ru bots	Да	Нет	Да	Нет	Наиболее близкий по реализации аналог разрабатываемого решения. Алгоритм эволюции возникает за счет среды.
Амёбы	Нет	Да	Нет	Нет	В симуляции у существ нет никаких сенсоров. Нельзя задать параметры симуляции.

Все проанализированные системы рассматривают естественный отбор в рамках одного вида, не учитывая взаимодействие с другими видами существ. Потребность в разрабатываемой мною системе обусловлена возможностью добавления различных видов существ и подробного описания их взаимодействий, что позволяет рассмотреть естественный отбор как в рамках одного вида, так и в рамках системы из различных видов существ.

### Постановка задачи на разработку программной системы

По результатам анализа предметной области и существующих решений видно, что на данный момент не существует продукта, удовлетворяющего требованиям объекта исследования настоящей работы, поэтому такой продукт необходимо разработать. Таким разрабатываемым решением является программная система симуляции естественного отбора.

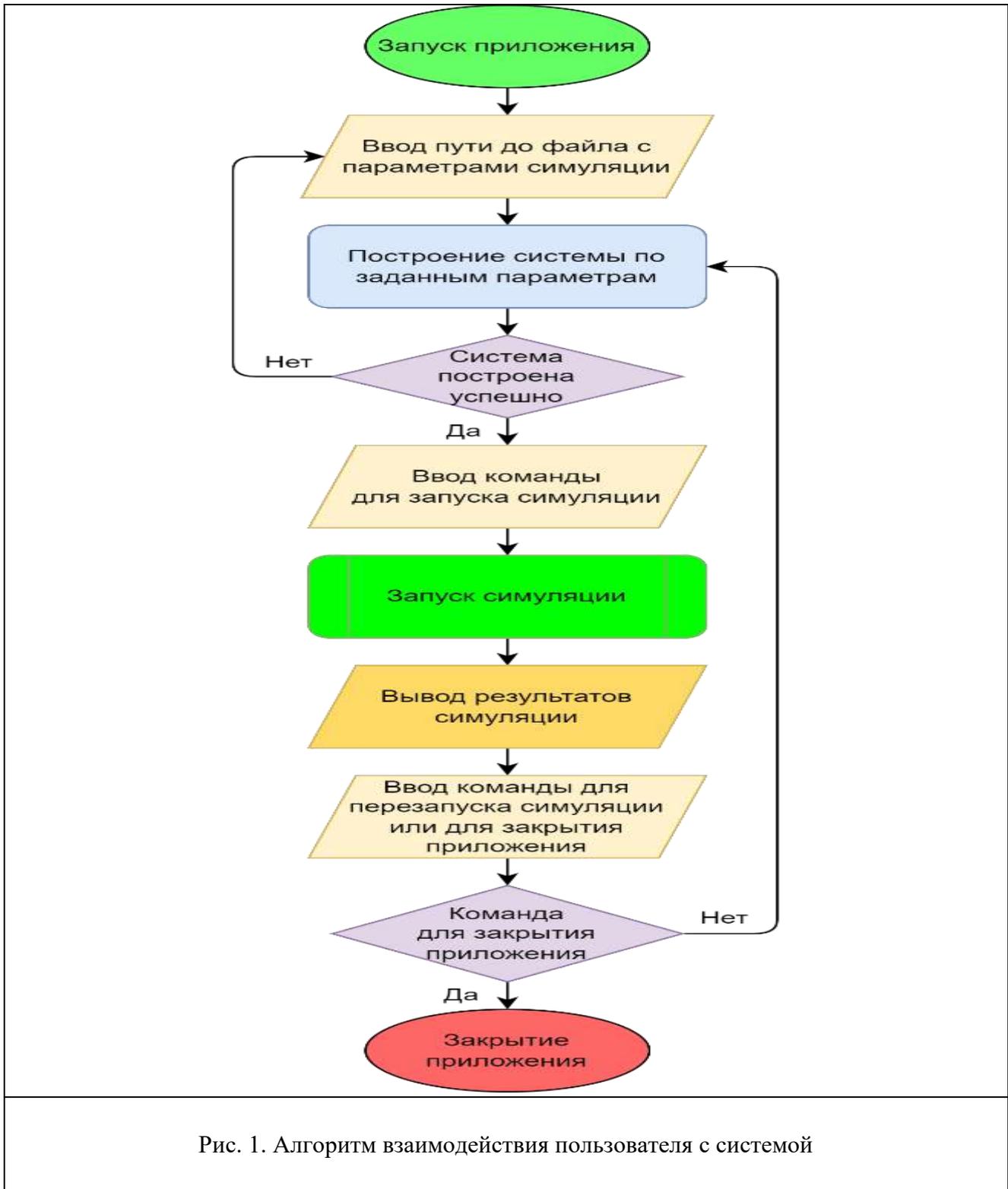
Задачи программной системы симуляции:

- построение симуляции в соответствии с входными данными;
- обработка тактов симуляции, включающих в себя размножение, питание, мутации и естественный отбор в рамках популяции;
- вывод промежуточных и конечного итогов симуляции.

### Модель работы программной системы

Модель процессов системы позволяет понять, как друг с другом взаимодействуют её конкретные элементы и как с ней взаимодействует человек, однако, для того чтобы понять, в какой последовательности работают эти элементы и что нужно делать пользователю для правильной работы программы, необходимо знать алгоритм работы системы и алгоритм работы с системой.

Пользователь взаимодействует с системой, предоставляя ей исходные характеристики симуляции и получая от системы результаты симуляции. Подробнее данный алгоритм представлен на рисунке 1.



Теперь рассмотрим алгоритм работы симуляции в ПСС. После обработки входных данных происходит построение модели симуляции естественного отбора — создается поле, на

котором создаются заданные особи. Затем запускается процесс симуляции — для каждой особи обрабатываются ее перемещение по полю, питание, размножение, мутации и взаимодействие с другими особями. Подробнее данный алгоритм представлен на рисунке 2.

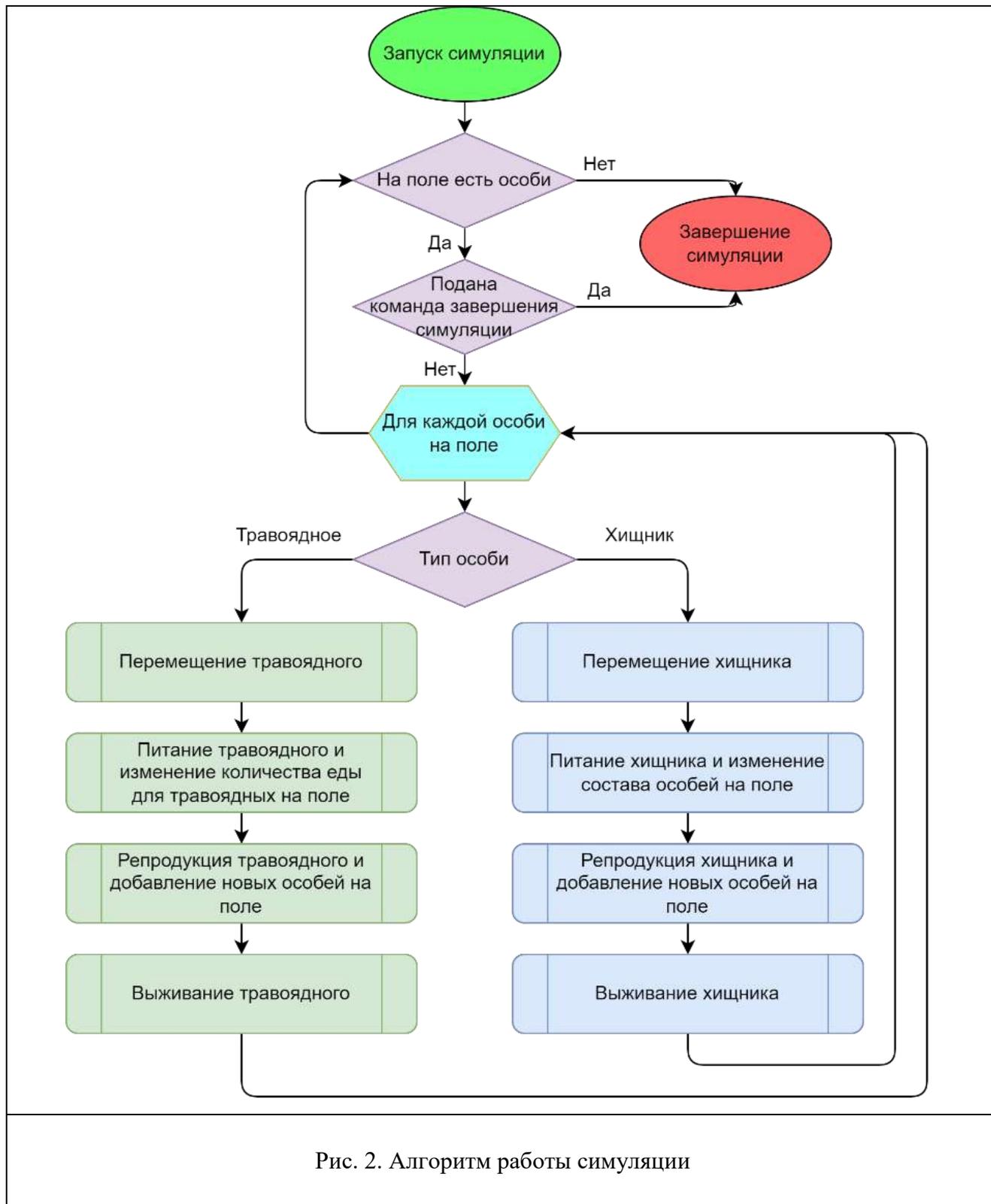


Рис. 2. Алгоритм работы симуляции

## Описание функций, реализуемых программной системой

В системе реализованы следующие функциональные возможности для пользователя:

- ввод параметров симуляции: позволяет задавать различные параметры симуляции для различных случаев, при этом файл с параметрами изначально должен соответствовать требованиям к файлу с параметрами для исключения ошибок при построении системы;
- вывод результатов работы симуляции: позволяет проанализировать полученные результаты симуляции как во время работы программы, так и по ее завершении. Результаты работы симуляции выводятся в консоль и записываются в специализированный файл.

В системе реализованы следующие внутренние функциональные возможности:

- функция перемещения особи: особь перемещается по полю изменяя свои координаты по алгоритму случайного блуждания;
- функция питания особи: травоядные особи потребляют пищевые запасы среды симуляции, а хищники потребляют особей других видов;
- функция мутации: изменяет особые параметры у особи;
- функция репродукции: в зависимости от плодовитости добавляет в систему особей своего вида, при этом они подвергаются мутациям.
- функция выживания: обрабатывается случай смерти особи от внутренних факторов.

Вышеописанные функциональные возможности в программной системе реализуются в классе приложения, что позволяет интегрировать данную систему в другие проекты, разрабатываемые на языке C++.

## Заключение

В ходе выполнения проектной работы проведены анализ предметной области, обзор существующих решений и определены требования к программной системе. Разработана пользовательская модель и спроектирована структура системы. Разработан алгоритм работы и сама программная система симуляции естественного отбора. Результатом работы является возможность симуляции естественного отбора, прогнозирование развития популяций и исследование эволюции.

## Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## Список литературы

1. Эмёрджеволюция. Сборник информации о симуляции эволюции и смежным темам: сайт. — URL: <https://optozorax.github.io/e/emergevolution> (дата обращения: 18.02.2024)
2. Естественный отбор. Интернет-энциклопедия Википедия: сайт. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Естественный\\_отбор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Естественный_отбор) (дата обращения: 02.03.2024)

3. Эволюция. Интернет-энциклопедия Википедия: сайт. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эволюция> (дата обращения: 02.03.2024)
4. Neuroevolution in squids. Статья Job Talle: сайт. — URL: [https://jobtalle.com/neuroevolution\\_in\\_squids.html](https://jobtalle.com/neuroevolution_in_squids.html) (дата обращения: 12.03.2024)

### **A software system for simulating natural selection**

\* Isabekova O.A., Bultsev A.A., Bokoyev G.R., Konstantinov A.P.

RTU MIREA - Russian University of Technology,  
78 Vernadsky Avenue, Moscow, Central Federal District, 119454

email: \*isabekova@mirea.ru, bulzevalexandr@yandex.ru,  
goshik04@gmail.com, mralexey1@mail.ru

The article presents the development of a software system for simulating natural selection. The implemented console application includes functionality for reproduction, mutation of individuals, their movement, nutrition, interspecific interaction and death. The study includes an analysis of the subject area, justification of design tools, a model of the system processes and a general description of the program. The results obtained are significant for studying the evolution of living organisms.

*Keywords:* simulation, natural selection, software system, evolution, data analysis.

### **References**

1. Emergence. Collection of information about evolution simulation and related topics: website. — URL: <https://optozorax.github.io/e/emergevolution> (date of application: 02/18/2024)
2. Natural selection. Internet encyclopedia Wikipedia: website. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Natural selection](https://ru.wikipedia.org/wiki/Natural%20selection) (accessed: 03/02/2024)
3. Evolution. Internet encyclopedia Wikipedia: website. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Evolution> (accessed 02.03.2024)
4. Neuroevolution in squids. Job Talle article: website. — URL: [https://jobtalle.com/neuroevolution\\_in\\_squids.html](https://jobtalle.com/neuroevolution_in_squids.html) (date of address: 03/12/2024)

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_87

УДК 656.052

ГРНТИ 50.03.03

ВАК 2.3.1

## **Логистический подход к организации центров распределения ресурсов в районах чрезвычайных ситуациях**

Поликарпов Д. С., Косенко Е. Ю.

*Южный Федеральный Университет, «Институт радиотехнических систем и управлений»,  
347922, Россия, г. Таганрог, пер Некрасовский, 44*

email: [polikarpov@sfedu.ru](mailto:polikarpov@sfedu.ru), [ekosenko@sfedu.ru](mailto:ekosenko@sfedu.ru)

### **Аннотация**

В статье обсуждается логистический подход к организации центров распределения ресурсов в районах чрезвычайных ситуаций. Представлены ключевые этапы этого подхода, включая разработку плана действий, мониторинг и корректировку, создание запасов ресурсов, выбор места хранения, организацию транспортировки ресурсов, а также важность грамотного планирования и управления ресурсами для успешного противодействия и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций. В статье подчеркивается необходимость эффективной координации и гибкости в реагировании на изменяющиеся условия, а также использование современных технологий и систем управления для обеспечения оперативности и эффективности действий.

*Ключевые слова:* логистика, материальные ресурсы, места хранения.

Ежегодно в России происходит большое количество чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Часто, они усугубляются в связи с недостаточностью необходимой информации и ресурсов, а также с невозможностью вовремя их ликвидировать. Недостаток ресурсов может привести к тому, что оказание помощи пострадавшим затянется, что увеличит в разы ущерб.

Организация центров распределения ресурсов в районах чрезвычайных ситуаций (ЧС) требует применения логистического подхода, который может быть адаптирован к специфике таких ситуаций, как планирование, управление запасами, транспортировка и доставка ресурсов, обеспечение безопасности центров распределения и информационная поддержка [1].

Во время планирования будет осуществляться оценка характера и масштаба чрезвычайной ситуации для определения потребностей в ресурсах — это процесс анализа и изучения различных аспектов ситуации, чтобы понять её масштаб, характер и потребности пострадавших. Для этого предлагается использовать ряд методов и инструментов, которые позволят получить полную картину происходящего [2], такие как:

Сбор информации: начать оценку со сбора всей доступной информации о чрезвычайной ситуации. Это может включать в себя данные о месте происшествия, числе пострадавших, характере разрушений и т.д.

Анализ характеристик ситуации: проанализировать основные характеристики ситуации, такие как тип бедствия (наводнение, землетрясение, пожар и т.д.), масштаб разрушений, количество эвакуированных, доступность транспортных маршрутов и другие факторы.

Оценка потребностей: на основе собранной информации определить основные потребности пострадавших, такие как медицинская помощь, пища, вода, жилье, тепло и прочее. Это может включать как непосредственные потребности в первой помощи, так и долгосрочные потребности в восстановлении.

Оценка ресурсов: проанализировать имеющиеся ресурсы, которые могут быть использованы для удовлетворения потребностей пострадавших. Это включает в себя как материальные ресурсы (медицинское оборудование, продовольствие, одежда и т.д.), так и человеческие ресурсы (медицинский персонал и т.д.).

Определение приоритетов: установить приоритеты в распределении ресурсов, определив, какие потребности являются наиболее критическими и требуют немедленного реагирования.

Разработка плана действий: на основе проведенной оценки разработать стратегию и план действий по оказанию помощи пострадавшим, который будет наилучшим образом соответствовать выявленным потребностям и ресурсам.

Мониторинг и корректировка: постоянно мониторить ситуацию и вносить коррективы в план действий в соответствии с изменяющимися условиями и новой информацией.

Создание запасов необходимых ресурсов для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации является важным этапом подготовки к бедствиям. При этом организация хранения запасов в безопасных и доступных местах, с учетом требований к срокам годности, температурным режимам и другим факторам, а также ведение учета и мониторинга запасов с использованием специализированных систем управления запасами — это ключевые аспекты эффективной логистики в области обеспечения чрезвычайных ситуаций.

Выбор места хранения для центров распределения ресурсов в рамках подготовки к чрезвычайным ситуациям — это критически важный этап, который должен учитывать ряд факторов для обеспечения эффективности и безопасности, такие как:

- место хранения должно быть расположено в стратегическом месте, чтобы обеспечить равномерный доступ к ресурсам из различных районов, подверженных чрезвычайным ситуациям;
- место хранения должно быть безопасным и защищенным от различных угроз, включая преступность, пожар, наводнения и другие чрезвычайные ситуации. Приоритет должен отдаваться зонам с низким уровнем преступности и риска природных бедствий;
- место хранения должно быть легко доступным для транспортировки ресурсов. Оно должно располагаться близко к потенциальным местам возникновения чрезвычайных ситуаций может существенно сократить время реагирования;
- место хранения должно обладать необходимой инфраструктурой для обеспечения безопасного и удобного размещения ресурсов. Это может включать в себя адекватное освещение, системы контроля доступа, пространство для маневрирования транспортных средств и т.д;

- место хранения должно обеспечивать подходящие условия для сохранности ресурсов, такие как правильная температура, влажность, вентиляция и защита от внешних воздействий, которые могут повредить или ухудшить качество ресурсов;
- место хранения должно иметь достаточную емкость для размещения необходимого количества ресурсов, учитывая предполагаемые потребности и масштаб возможных чрезвычайных ситуаций;
- место хранения должно обеспечивать доступность к средствам связи, что позволит эффективно координировать операции по доставке и использованию ресурсов в случае ЧС.

При выборе оптимального места для центра распределения ресурсов требует тщательного анализа и учета всех вышеперечисленных факторов, чтобы обеспечить эффективное функционирование и готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации.

Организация транспортировки ресурсов к местам чрезвычайных ситуаций с минимальными задержками требует точного планирования, координации и использования различных видов транспорта. К этим процессам будет относиться:

- оценка потребностей в ресурсах на месте ЧС, включая идентификацию самых критически важных ресурсов, которые требуют немедленной доставки для предотвращения дальнейших ущербов и спасения жизней;
- разработка оптимальных маршрутов доставки, учитывая дорожные условия, препятствия на пути, наличие альтернативных маршрутов и безопасность;
- использование различных видов транспорта в зависимости от масштаба ЧС, доступности места назначения и характера ресурсов. Применение воздушного, наземного и водного транспорта для обеспечения быстрой и эффективной доставки ресурсов;
- постоянный мониторинг передвижения транспортных средств с помощью систем GPS и других технологий для обеспечения точности и своевременности доставки.
- обеспечение безопасности перевозимых ресурсов и персонала, включая меры по защите от возможных угроз;
- постоянное обновление планов транспортировки в соответствии с изменяющейся ситуацией и потребностями на месте ЧС;
- гибкость в реагировании на неожиданные обстоятельства, такие как изменения в погодных условиях, дорожные инциденты или изменения в распределении ресурсов.

Организация транспортировки ресурсов в рамках ЧС — это сложный и многосторонний процесс, который требует высокого уровня координации, гибкости и эффективности для обеспечения оперативного и успешного решения поставленных задач.

Логистический подход к организации центров распределения ресурсов в районах чрезвычайных ситуаций нацелен на обеспечение оперативного и эффективного реагирования на чрезвычайные ситуации и минимизацию их негативных последствий. Этот подход включает в себя анализ потребностей, планирование и координацию, оптимизацию маршрутов и средств доставки, а также организацию хранения и учета ресурсов. Целью логистического подхода является обеспечение доступности необходимых ресурсов в нужное время и место, чтобы минимизировать ущерб и спасти жизни в условиях кризисных ситуаций. Это подчеркивает важность грамотного планирования и управления ресурсами в чрезвычайных обстоятельствах для успешного противодействия и минимизации последствий чрезвычайных ситуаций [3].

## **Конфликт интересов**

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

## **Список литературы**

1. Матвеев В.Н. Организация и ведение аварийно-спасательных работ/ под ред. Н.А. Королева, Д.С. Алешкова. Омск: Издательство ОмГТУ. 2015. С 17–184 с.
2. Бутков П.П. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях/ под ред. В.В. Домакова. Санкт-Петербург: Издательство Политехнический университет. 2016. С. 246.
3. Левкин, Г. Г. Логистика: теория и практика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Г. Г. Левкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 187 с.

## **Logistics approach to organizing resource distribution centers in emergency areas**

Polikarpov D. S., Kosenko E. Y.

*South Federal University,  
"Institute of Radio Engineering Systems and Controls",  
347922, Russia, Taganrog, Nekrasovsky lane, 44*

email: [polikarpov@sfedu.ru](mailto:polikarpov@sfedu.ru), [ekosenko@sfedu.ru](mailto:ekosenko@sfedu.ru)

This article discusses a logistics approach to organizing resource distribution centers in emergency areas. The key stages of this approach are presented, including development of an action plan, monitoring and adjustment, creation of resource reserves, selection of storage location, organization of resource transportation, as well as the importance of proper planning and resource management to successfully counter and minimize the consequences of emergency situations. The article emphasizes the need for effective coordination and flexibility in responding to changing conditions, as well as the use of modern technologies and management systems to ensure efficiency and effectiveness of actions.

*Keywords:* logistics, material resources, storage locations.

## **References**

1. Matveev V.N. Organization and conduct of emergency rescue operations / ed. ON THE. Koroleva, D.S. Aleshkova. Omsk: Omsk State Technical University Publishing House. 2015. pp. 17–184.

2. Butkov P.P. Logistics support in emergency situations / ed. V.V. Domakova. St. Petersburg: Polytechnic University Publishing House. 2016. P. 246.
3. Levkin, G. G.  
Logistics: theory and practice: textbook and workshop for secondary vocational education / G. G. Levkin. — 2nd ed., rev. and additional - Moscow: Yurayt Publishing House, 2024. - 187 p.

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_92

УДК 620.22:537.868

ГРНТИ 47.09.48

ВАК 2.3.2

## **Нанокomпозиционный экран для защиты от электромагнитного излучения**

\* Хайруллова Р. М., Бузаева М. В., Гусарова В. С.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),*

*432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32*

email: \* [htubyf2508@mail.ru](mailto:htubyf2508@mail.ru), [m.buzaeva@mail.ru](mailto:m.buzaeva@mail.ru), [verik2@mail.ru](mailto:verik2@mail.ru)

### **Аннотация**

Цель исследования — выявить воздействие углеродных нанотрубок на эффективность экранирующего материала. В статье рассмотрен нанокomпозиционный экран, который снижает вредное воздействие электромагнитного излучения от приборов, работающих на частоте 50Гц. Также приведены данные сравнительного анализа, проведенного для экрана без нанотрубок и для экрана, содержащего многостенные углеродные нанотрубки в концентрации 0,22% по массе. Представлены результаты измерений напряженности электрического поля и плотности магнитного потока. Научная новизна исследования заключается в том, что впервые создан экранирующий нанокomпозиционный материал на основе эпоксидной смолы с добавлением многостенных углеродных нанотрубок. В результате выявлено и проанализировано воздействие нанотрубок на эффективность экранирующего материала.

*Ключевые слова:* экранирующие материалы, электромагнитное излучение, нанокomпозиты

### **Теория и методы исследования**

В современном мире электромагнитное излучение, создаваемое различными устройствами, оказывает большое влияние на человека как в бытовых условиях, так и на рабочем месте. При этом зачастую величина излучения оказывается выше нормативов, указанных в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"[1]. Именно поэтому защита от вредного воздействия электромагнитного излучения на сегодняшний день является актуальной задачей.

Один из методов её решения — это создание экранирующего материала, который позволит снизить величину излучений за счет поглощения и отражения [2]. В качестве такого материала может применяться нанокomпозит, состоящий из эпоксидной смолы, в которую в качестве армирующего компонента добавлены многостенные углеродные нанотрубки.

В качестве основы для создания электромагнитного экрана была выбрана эпоксидная смола марки ЭДП. Сравнивались два образца: первый, состоящий только из эпоксидной смолы,

и второй, в который добавлены многостенные углеродные нанотрубки (массовая доля 0,22%). Они получены по технологии синтеза многостенных углеродных нанотрубок химическим осаждением из паровой фазы [3]. Толщина экранов 0,2 см, диаметр 16 см (рис.1).

### Полученные результаты и их обсуждение

Результаты измерений эффективности экранирующих материалов, полученных в лаборатории Ульяновского государственного технического университета в 2024 году, приведены в табл.1. Измерения проводились прибором МЕГЕОН 07020.

Таблица 1.

Значения электромагнитного излучения зарядного устройства для телефона до и после экранирования

Показатель	Значение до экранирования	Значение с экраном без нанотрубок	Значение с экраном, содержащим нанотрубки
Напряженность электрического поля $E_{cp}$ , В/м	970,7	427,3	304,3
Плотность магнитного потока $B_{cp}$ , мкТл	1,86	0,72	0,38
Коэффициент экранирования напряженности электрического поля	-	2,272	3,190
Коэффициент экранирования плотности магнитного потока	-	2,583	4,895

Таким образом, можно сделать вывод, что добавление многостенных углеродных нанотрубок в процентной концентрации 0,22% позволяет повысить эффективность экрана в 1,4 раза для электрической составляющей и в 1,9 раза для магнитной составляющей излучения.

Полученные результаты показывают результативность применения нанокomпозиционных материалов в целях снижения вредного воздействия электромагнитного излучения.

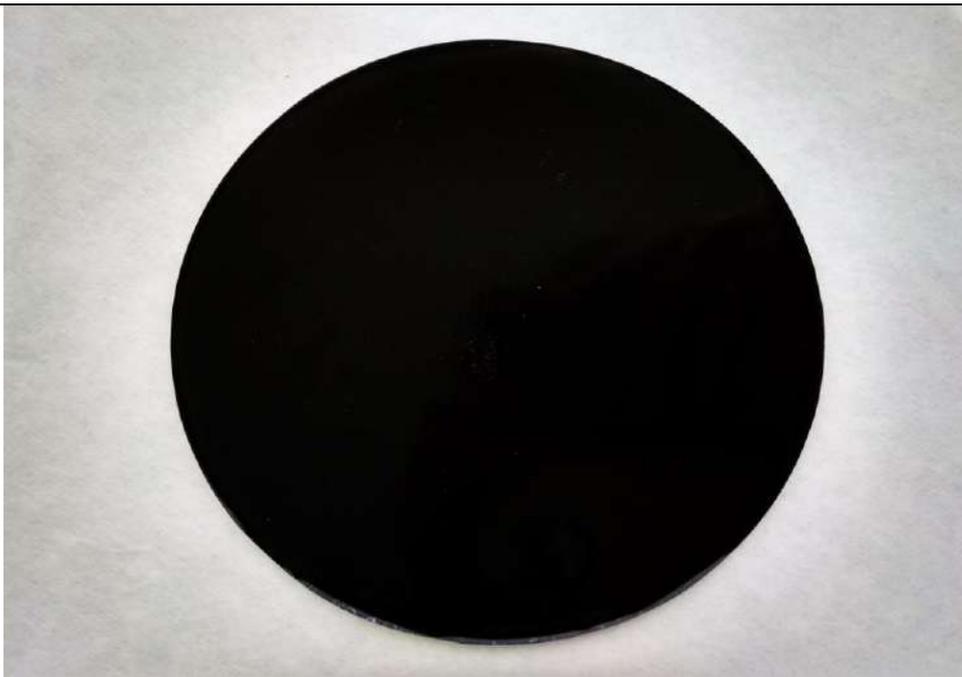


Рис. 1. Нанокпозиционный экран из эпоксидной смолы с добавлением многостенных углеродных нанотрубок ( массовая доля 0,22%)

### Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### Список литературы

1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ» (с изменениями на 21 июня 2016 года) – [Электронный ресурс]. URL: [https://stavsch36.ru/doc/post\\_306\\_2003.pdf](https://stavsch36.ru/doc/post_306_2003.pdf) (03.04.2024)
2. Ивко А. Экранирование радиоэлектронной аппаратуры как метод обеспечения электромагнитной совместимости // Силовая электроника. – 2015. – Т. 4. – №. 55. – С. 24-27.
3. Климов Е.С. Некоторые аспекты синтеза многостенных углеродных нанотрубок химическим осаждением из паровой фазы и характеристики полученного материала / Е.С. Климов, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова // Журнал прикладной химии. – 2014. – Т. 87. – № 8. – С. 1128-1132.

## **Nanocomposition shield for protection against electromagnetic radiation**

Khayrullova R. M., Buzaeva M. V., Gusarova V. S.

Ulyanovsk State Technical University, 32 Severny Venets str., Ulyanovsk, 432027, Russia

email: \*[htubyf2508@mail.ru](mailto:htubyf2508@mail.ru), [m.buzaeva@mail.ru](mailto:m.buzaeva@mail.ru), [verik2@mail.ru](mailto:verik2@mail.ru)

The purpose of the study is to identify the effect of carbon nanotubes on the effectiveness of the shielding material. The article considers a nanocomposition screen that reduces the harmful effects of electromagnetic radiation from devices operating at a frequency of 50 Hz. The data of a comparative analysis conducted for a screen without nanotubes and for a screen containing multi-walled carbon nanotubes at a concentration of 0.22% by weight are also presented. The results of measurements of the electric field strength and magnetic flux density are presented. The scientific novelty of the research lies in the fact that for the first time a shielding nanocomposite material based on epoxy resin with the addition of multi-walled carbon nanotubes was created. As a result, the effect of nanotubes on the effectiveness of the shielding material was revealed and analyzed.

*Keywords:* shielding materials, electromagnetic radiation, nanocomposites

### **References**

1. SanPiN 2.2.2/2.4.1340-03 "Hygienic requirements for personal electronic computers and work organization" (as amended on June 21, 2016) – [Electronic resource]. URL: [https://stavs36.ru/doc/post\\_306\\_2003.pdf](https://stavs36.ru/doc/post_306_2003.pdf) (03.04.2024)
2. Ivko A. Shielding of radio electronic equipment as a method of ensuring electromagnetic compatibility // Power electronics. – 2015. – vol. 4.– No. 55. – pp. 24-27.
3. Klimov E.S. Some aspects of the synthesis of multi-walled carbon nanotubes by chemical vapor deposition and characteristics of the resulting material / E.S. Klimov, M.V. Buzaeva, O.A. Davydova // Journal of Applied Chemistry. - 2014. – vol. 87.– No. 8. – pp. 1128-1132.

## ХИМИЯ

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_96

УДК 546.28

ГРНТИ 31.17.00

ВАК 1.3.8

### Воздействие УЗ-обработки на синтез кремний-углеродного покрытия

Черкашина Н.И., \* Сидельников Р.В., Романюк Д.С., Домарев С.Н.

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46*

email: \* [roman.sidelnikov@mail.ru](mailto:roman.sidelnikov@mail.ru), [natalipv13@mail.ru](mailto:natalipv13@mail.ru),  
[romanyuk.dmitrij.98@bk.ru](mailto:romanyuk.dmitrij.98@bk.ru), [domarev542@gmail.com](mailto:domarev542@gmail.com)

### Аннотация

В данной работе представлен новый метод изготовления кремний-углеродного покрытия, на основе кремнезёма, на полиимидной подложке с использованием ультразвука разной частоты, в основе которого лежит метод жидкофазного осаждения. Обнаружено изменение качества закрепления кремний-углеродного покрытия при воздействии ультразвуковой обработки во время синтеза. Изучены ИК-Фурье спектры кремний-углеродного покрытия. Найдена зависимость между различными параметрами синтеза покрытия и изменением светопропускания полиимидной пленки. Практически при всём изучаемом диапазоне длин волн наименьшим светопропусканием обладает образец, синтезированный при воздействии ультразвуковой обработки с частотой 20 кГц, а наибольшей, при длине волны 520-920 нм, образец с покрытием без воздействия ультразвуковой обработки.

*Ключевые слова:* кремний-углеродное покрытие; ультразвуковая обработка, полиимидная пленка, светопропускание.

### Теория и методы исследования

Использование кремнезёма и покрытий из осаждённого кремнезёма получают всё большее распространение во всех сферах деятельности человека. Например, с ростом урбанизации многие высотные здания имеют стеклянный фасад, он должен иметь определенные характеристики по светопропусканию и гидрофобности, которые можно достигнуть с помощью покрытий на основе кремнезёма [1]. Также с помощью композита на основе кремнезёма и полиимида можно получить материалы с низкой диэлектрической проницаемостью, необходимые современным интегральным схемам, чтобы уменьшить задержку резистивной емкости и минимизировать перекрестные помехи. Доказано, что с увеличением содержания  $\text{SiO}_2$  изменяется диэлектрическая проницаемость

с 1,78 до 1,32, а также увеличивается термическая стабильность полиимида [2]. А в условиях повышенного загрязнения окружающей среды и эпидемии инфекционных заболеваний растёт спрос на антимикробные поверхности, способные безопасно и эффективно уничтожать микроорганизмы, такие поверхности можно получить на основе кремнезёма и AgNPs [3]. С помощью SiO<sub>2</sub> возможно производство противозагрязняющих нанопокровов с функцией самоочистки, данные покрытия необходимы для солнечных панелей в регионах с повышенным содержанием пыли в воздухе [4].

Существует множество способов изготовления покрытий из осаждённого кремнезёма, например, золь-гель метод, недостатком данного метода является необходимость высокотемпературного спекания [5-7]. Также большое распространение получил метод плазменно-усиленного химического осаждения из паровой фазы, в котором можно изменять свойства осаждаемого материала, постоянно регулируя параметры процесса осаждения и, следовательно, допуская рост неоднородных слоев [8], но данный способ слишком дорог для массового производства.

В данной работе представлен новый метод изготовления кремний-углеродного покрытия, на основе кремнезёма, на полиимидной подложке с использованием ультразвука, в основе которого лежит метод жидкофазного осаждения, так как он обеспечивает хорошую однородность покрытия при низкой стоимости. Такое покрытие позволит управлять оптическими, диэлектрическими характеристиками и придаст высокие гидрофобные свойства.

## Полученные результаты и их обсуждение

На первом этапе синтеза кремний-углеродного покрытия для удаления органических частиц была произведена обработка полиимидной плёнки раствором хромового ангидрида CrO<sub>3</sub> в течение 5 минут. Далее пленку промывали в растворе C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O. После чего плёнки погружались в емкость с раствором со следующим соотношением компонентов: 90 масс. % гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости ГКЖ-94 [ГОСТ 10834-76 Жидкость гидрофобизирующая 136-41. Технические условия. - Введ. 01.01.1977. - М.: Госстандарт России, 1976. - 16 с.] и 10 масс. % C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O. Выдержку проводили при ультразвуковом воздействии с частотой для первого эксперимента в 20 кГц, а для второго 40 кГц при 100 % мощности в течение 15 минут. Воздействие на подготовленные образцы осуществлялось с помощью прибора ультразвукового генератор И18-840. Фотография процесса представлена на рисунке 1.

Во время осаждения температуру поддерживали на уровне 30 °С. Далее пленки извлекались для дальнейшей термообработки в печи. Первоначальная температура составляла 50 °С. Каждые 10 минут температура повышалась на 25 °С. Такое постепенное увеличение температуры позволяет контролировать число образующихся частиц для равномерного закрепления кремний-углеродной пленки без агломератов.



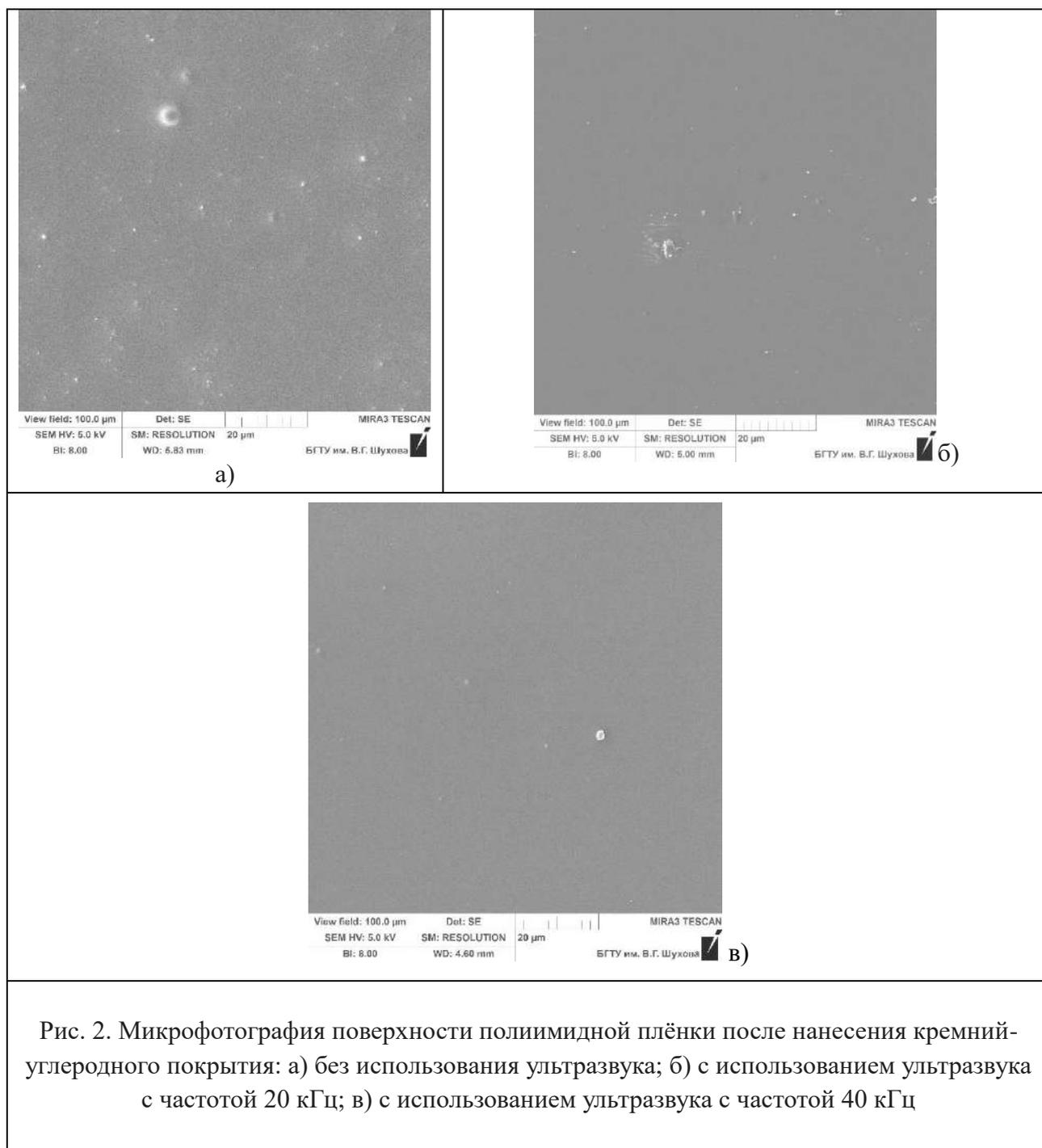
Рис. 1. Фотография процесса воздействия ультразвуком с частотой 20 кГц на полиимидные пленки в растворе

При достижении максимальной температуры в 300 °С образцы выдерживались в течение 60 минут с дальнейшим понижением температуры до 30 °С и выдержкой в течение 120 минут.

Также для сравнения результатов был произведен подобный эксперимент, но без воздействия ультразвука.

Для исследования морфологии поверхности пленок использовали сканирующий электронный микроскоп MIRA3 TESCAN (Tescan, Чехия).

На рисунке 2 представлена микрофотография поверхности полиимидной пленки после образования на ней кремний-углеродного покрытия до и после воздействия ультразвука с частотой 20 кГц и 40 кГц.



На микрофотографиях кремний-углеродного покрытия на полиимидной пленке без воздействия ультразвука отчетливо видно по всей поверхности множество агломератов частиц из углерода, водорода и кремния, что говорит о неравномерности нанесения покрытия, также создается эффект шероховатости. На микрофотографиях с использованием ультразвука агломераты практически отсутствуют, поверхность гладкая, это говорит о более качественном и равномерном закреплении кремний-углеродного покрытия. Нужно сказать, что толщина слоя полученного покрытия примерно одинакова во всех трёх случаях и составляет  $2,5 \pm 0,2$  мкм.

Далее для изучения структуры и межмолекулярной связи кремний-углеродного покрытия были сняты ИК-Фурье спектры на приборе VERTEX 70 (Bruker Optik GmbH, Германия), результаты представлены на рисунке 3 и в таблице 1.

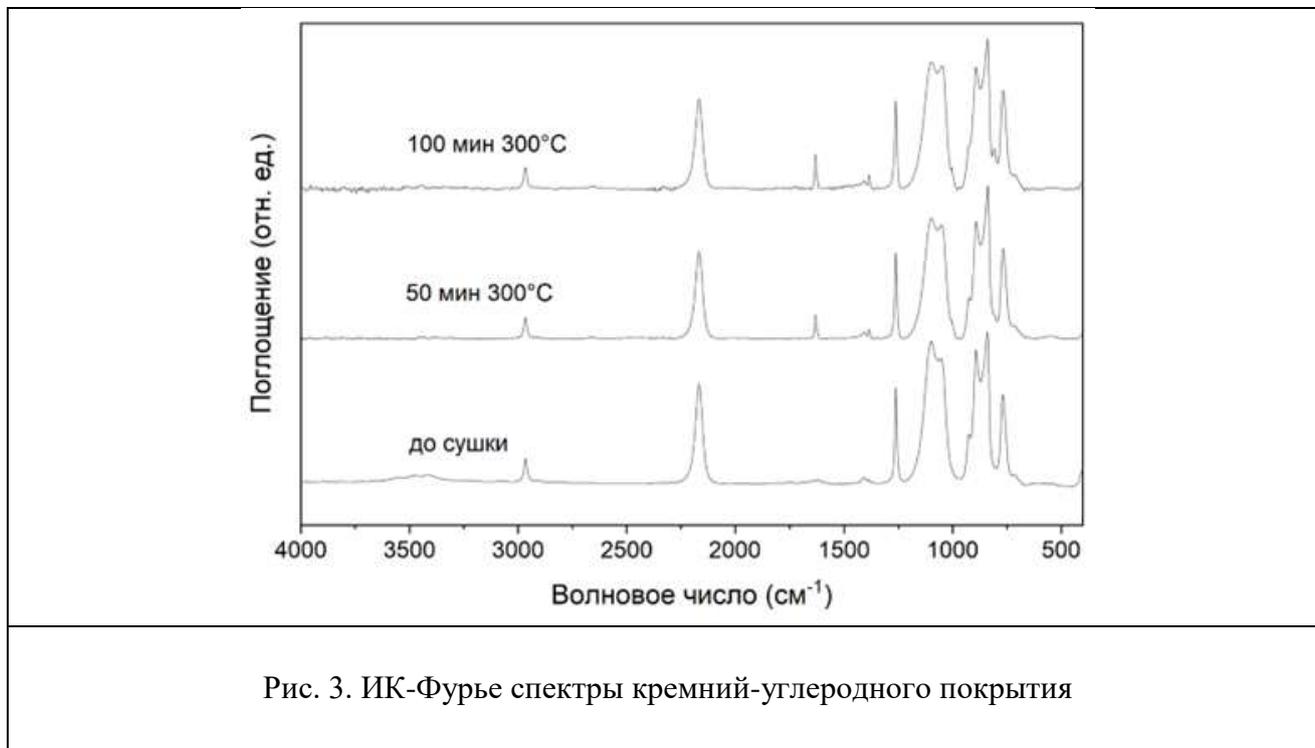


Рис. 3. ИК-Фурье спектры кремний-углеродного покрытия

Таблица 1.

ИК-Фурье спектры кремний-углеродного покрытия на полиимидной пленке

$\nu_{as}$  – валентные ассиметричные;  $\nu$  – валентные;  $\delta$  – деформационны

Связь и тип колебаний	Длина волны, $\text{см}^{-1}$
-CH $\nu_{as}$	2967
-CH <sub>3</sub>	1385
C=C $\nu$ (концевая винильная в H-R-C=C)	1632
$\equiv$ C-H $\delta$ (в R-C $\equiv$ C-H)	2166
-CO $\nu_s$	1408
-CO $\nu$	1262
Si-O-Si	1098
-OH $\delta$ (в H-O-H) (Вода)	1053
SiH <sub>3</sub> $\delta$ (в R-Si-H <sub>n</sub> )	924
-CH <sub>2</sub> (концевая метиленовая в H-R-C=C)	892
SiH <sub>2</sub> $\delta$ (в R-Si-H <sub>n</sub> )	841
-OH $\delta$ (R-O-H)	768
-CH $\delta$ (CH <sub>2</sub> ) <sub>x</sub>	716
-OH $\nu$ (внутримолекулярные колебания)	3550-3415
-CH $\delta$ неплоское	803

В ИК-Фурье спектрах представленного соединения наблюдается ряд пиков свойственных изучаемой олигомерной жидкости. Так при  $2967\text{ см}^{-1}$  наблюдается колебательная мода связанная с валентными асимметричными колебаниями  $\text{-CH}$  связи, а также при  $1098\text{ см}^{-1}$  и  $841\text{ см}^{-1}$  отмечается интенсивная полоса поглощения ассоциируемая с  $\text{Si-O-Si}$  и  $\text{SiH}_2\delta$  (в  $\text{R-Si-H}_n$ ), свойственная кремнийорганическим соединениям.

Примечательными являются полосы поглощения при  $2166\text{ см}^{-1}$ , наиболее вероятно являющийся колебательной модой  $\equiv\text{C-H}\delta$  (в  $\text{R-C}\equiv\text{C-H}$ ), и  $\text{C=C}\nu$  (концевая винильная в  $\text{H-R-C=C}$ )  $1632\text{ см}^{-1}$ , не теряющие интенсивности при термической обработке, что указывает на их принадлежность к более высокомолекулярным фрагментам соединений, не удаляющихся с поверхности образца. Также отмечается усиление интенсивности полосы поглощения  $\text{-OH}\delta$  (в  $\text{R-O-H}$ ), указывающее на заместители присутствующие в цепях высокомолекулярных соединений, которые не пропадают по мере нагревания образца, в отличие от  $\text{-OH}\nu$  (внутримолекулярные колебания) явно связанные с растворителем, применяемым для данной гидрофобизирующей жидкости.

На рисунке 4 представлены спектры светопропускаемости полиимидных пленок, снятых с помощью спектрофотометра LEKI SS1207 (Финляндия). Показатель относительной плотности выставлялся по воздуху ( $D=0$ ), точность проводимых измерений этого параметра для данного прибора составляет 0,5%. Спектры для полиимидных пленок были сняты четырежды – для чистой полиимидной пленки (ПИ пленка), для полиимидной пленки с кремний-углеродным покрытием без воздействия ультразвука (ПИ пленка+КУП), для полиимидной пленки с кремний-углеродным покрытием с воздействия ультразвука с частотой 20 кГц (ПИ пленка+КУП (УЗ 20 кГц)) и для полиимидной пленки с кремний-углеродным покрытием с воздействия ультразвука с частотой 40 кГц (ПИ пленка+КУП (УЗ 40 кГц)). Съёмка производилась с шагом длины волны в 40 нм.

Анализ полученных данных показал, что при длине волны 380-400 нм нет видимой дифференциации в светопропускании образцов, разброс значений  $\pm 0,02\%$ . После чего практически во всём изучаемом диапазоне длины волны наименьшей светопропусканием обладает образец ПИ пленка+КУП (УЗ 20 кГц), только при длине волны 880 и 1000 нм меньшую светопропускание имеет ПИ пленка+КУП (УЗ 40 кГц) с разницей в 0,5-0,6%. Наибольшая светопропускание на длине волны 520-920 нм у образца ПИ пленка+КУП.

В диапазоне длины волны 960-1000 нм значения светопропускания у чистой полиимидной плёнки значительно увеличиваются по сравнению с остальными образцами, разница с наименьшим показателем составляет 7,5%.

Таким образом доказано, что, регулируя параметры осаждения кремний-углеродного покрытия, можно получить требуемые значения светопропускания полиимидных пленок. Полученные данные можно использовать для дальнейших работ по изучению оптимальных составов для изменения оптических характеристик покрытий, а также дальнейшего исследования изменения диэлектрических и гидрофобных свойств.

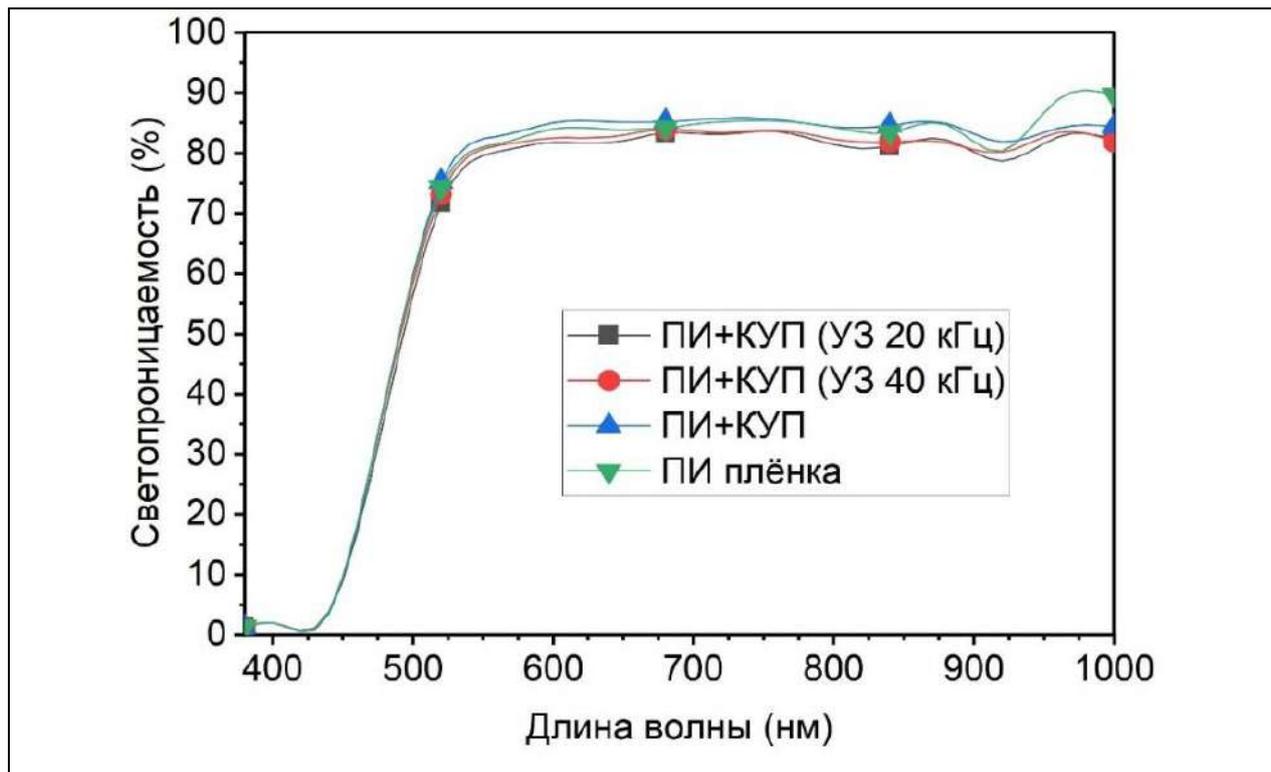


Рис. 4. График светопропускания полиимидных пленок до и после нанесения кремний-углеродных покрытий

Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России № FZWN-2023-0004 с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова.

### Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### Список литературы

1. Cai P., Xu M., Wei M., Zhang T., Yao F. Preparation and characterization of  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$  superhydrophilic coatings with photocatalytic activity induced by low temperature // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 686, 5 April 2024, 133264. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.133264>.
2. Liu L., Lv F., Li P., Ding L., Tong W., Chu P.K., Zhang Y. Preparation of ultra-low dielectric constant silica/polyimide nanofiber membranes by electrospinning // *Composites Part A: Applied*

Science and Manufacturing, Volume 84, May 2016, Pages 292-298.

<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.02.002>.

3. Marques G.N., Reis R.Y.N., Ribeiro L.K., Simões L.G.P., Minozzi D.T., Andrés J., Assis M., Mascaro L.H., Longo E. Antiviral leather: A functional coating based on SiO<sub>2</sub>-AgNPs to eliminate pathogens // Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 11, Issue 5, October 2023, 110919. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110919>.

4. Ismail A.A., Alzubi F., Al-Hajji L.A., Alseidi M., Ahmad S., Alduweesh A. Self-cleaning coatings for minimizing the impact of dust precipitation on the power production of solar cells utilizing mesoporous TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> and ZnO/SiO<sub>2</sub> films // Ceramics International, Volume 49, Issue 14, Part A, 15 July 2023, Pages 22788-22796. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.04.100>.

5. Cai S., Zhang Y., Zhang H., Yan H., Lv H., Jiang B. Sol-Gel Preparation of Hydrophobic Silica Antireflective Coatings with Low Refractive Index by Base/Acid Two-Step Catalysis // ACS applied materials & interfaces, 6(14), 30 June 2014, Pages 11470–11475. DOI:[10.1021/am501972y](https://doi.org/10.1021/am501972y)

6. Кузнецова С.А., Халипова О.С., Лютова Е.С., Борило Л.П. Золь-гель метод получения тонкопленочных оксидных материалов различного назначения: обзор результатов исследований на кафедре неорганической химии Томского государственного университета // Вестник Томского государственного университета. Химия. № 27. 2022. С. 39-53. doi: 10.17223/24135542/27/3

7. Wang Q., Zhu Y., Wu Y., Huang Y., Zhou Z. Robust alkali-resistance of cover glass's UV-shielding and strengthening sol-gel coatings by tailoring the coupling between SiO<sub>2</sub> and 2,2',4,4'-tetrahydroxybenzophenone // Progress in Organic Coatings, Volume 189, April 2024, 108350. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108350>.

8. Dvořák J., Vohánka J., Buršíková V., Ohlídal I. Optical characterization of inhomogeneity of polymer-like thin films arising in the initial phase of plasma-enhanced chemical vapor deposition // Heliyon, Volume 10, Issue 5, 1 March 2024, e27246. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27246>.

### **Effect of ultrasonic treatment on the synthesis of silicon-carbon coating**

Cherkashina N. I., \* Sidelnikov R. V., Romanyuk D. S., Domarev S. N.

*Belgorod State Technological University V.G. Shukhov,  
308012, Russia, Belgorod, st. Kostyukova 46*

email: \* [roman.sidelnikov@mail.ru](mailto:roman.sidelnikov@mail.ru), [natalipv13@mail.ru](mailto:natalipv13@mail.ru),  
[romanyuk.dmitrij.98@bk.ru](mailto:romanyuk.dmitrij.98@bk.ru), [domarev542@gmail.com](mailto:domarev542@gmail.com)

This paper presents a new method for producing a silica-based silicon-carbon coating on a polyimide substrate using ultrasound of different frequencies, which is based on the liquid-phase deposition method. A change in the quality of fixation of the silicon-carbon coating was discovered when exposed to ultrasonic treatment during synthesis. The FTIR spectra of the silicon-carbon coating were studied. A relationship was found between various parameters of coating synthesis and changes in the light transmittance of the polyimide film. Almost over the entire wavelength range studied, the sample synthesized under the influence of ultrasonic treatment with a frequency of 20

kHz has the lowest light transmittance, and the sample with the coating without ultrasonic treatment has the highest light transmittance at a wavelength of 520-920 nm.

*Keywords:* silicon-carbon coating, ultrasonic treatment, polyimide film, light transmission.

## References

1. Cai P., Xu M., Wei M., Zhang T., Yao F. Preparation and characterization of SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> superhydrophilic coatings with photocatalytic activity induced by low temperature // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 686, 5 April 2024, 133264. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2024.133264>.
2. Liu L., Lv F., Li P., Ding L., Tong W., Chu P.K., Zhang Y. Preparation of ultra-low dielectric constant silica/polyimide nanofiber membranes by electrospinning // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Volume 84, May 2016, Pages 292-298. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.02.002>.
3. Marques G.N., Reis R.Y.N., Ribeiro L.K., Simões L.G.P., Minozzi D.T., Andrés J., Assis M., Mascaro L.H., Longo E. Antiviral leather: A functional coating based on SiO<sub>2</sub>-AgNPs to eliminate pathogens // *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Volume 11, Issue 5, October 2023, 110919. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110919>.
4. Ismail A.A., Alzubi F., Al-Hajji L.A., Alseidi M., Ahmad S., Alduweesh A. Self-cleaning coatings for minimizing the impact of dust precipitation on the power production of solar cells utilizing mesoporous TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> and ZnO/SiO<sub>2</sub> films // *Ceramics International*, Volume 49, Issue 14, Part A, 15 July 2023, Pages 22788-22796. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.04.100>.
5. Cai S., Zhang Y., Zhang H., Yan H., Lv H., Jiang B. Sol-Gel Preparation of Hydrophobic Silica Antireflective Coatings with Low Refractive Index by Base/Acid Two-Step Catalysis // *ACS applied materials & interfaces*, 6(14), 30 June 2014, Pages 11470-11475. DOI:[10.1021/am501972y](https://doi.org/10.1021/am501972y)
6. Kuznetsova S.A., Khalipova O.S., Lyutova E.S., Borilo L.P. Sol-gel method for producing thin-film oxide materials for various purposes: a review of research results at the Department of Inorganic Chemistry of Tomsk State University // *Bulletin of Tomsk State University. Chemistry*.2022. No. 27. pp. 39-53. doi: 10.17223/24135542/27/3
7. Wang Q., Zhu Y., Wu Y., Huang Y., Zhou Z. Robust alkali-resistance of cover glass's UV-shielding and strengthening sol-gel coatings by tailoring the coupling between SiO<sub>2</sub> and 2,2',4,4'-tetrahydroxybenzophenone // *Progress in Organic Coatings*, Volume 189, April 2024, 108350. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2024.108350>.
8. Dvořák J., Vohánka J., Buršíková V., Ohlídal I. Optical characterization of inhomogeneity of polymer-like thin films arising in the initial phase of plasma-enhanced chemical vapor deposition // *Heliyon*, Volume 10, Issue 5, 1 March 2024, e27246. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27246>.

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_105

УДК 543.68

ГРНТИ 31.19.29

ВАК 2.6.13

**Влияние комплексонов на показатели смачивания  
в технологии производства моющих средств**

Клепикова М.А. \*, Ключникова Н.В., Городов С.И., Маркин А.М.

*Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова,  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46*email: \* [mariya.klepickova@yandex.ru](mailto:mariya.klepickova@yandex.ru), [4494.55@mail.ru](mailto:4494.55@mail.ru),  
[serg5254325@rambler.ru](mailto:serg5254325@rambler.ru), [andrewioi@yandex.ru](mailto:andrewioi@yandex.ru)**Аннотация**

На сегодняшний день разработка экологически безопасных и эффективных моющих средств, является одной из ведущих задач химической технологии.

Разработка рецептур моющих композиций – сложный многостадийный процесс, в котором важнейшую роль играет каждый из компонентов.

Введение в состав комплексообразователей является обязательным этапом технологии производства моющих средств.

На сегодняшний день существует большое количество комплексообразующих добавок, применяемых в технологии производства моющих средств.

Каждый из комплексообразователей обладает своим набором преимуществ и недостатков. Поэтому очень важно верно подбирать комплексон в рецептуры, в зависимости от требуемых характеристик и свойств будущей продукции.

Одним из основных показателей эффективности работы моющих средств является смачиваемость.

В данной статье проведено изучение зависимости показателей смачиваемости на основании комплексообразующей добавки, входящей в рецептуру моющих средств.

*Ключевые слова:* моющие средства, комплексообразователи, смачивание, смачивающая способность.

## Теория и методы исследования

С каждым годом разработка и производство промышленностью новых и эффективных моющих средств развивается все активнее.

Появление новых сырьевых компонентов, методик производства, аппаратуры подталкивает к усовершенствованию уже имеющихся рецептур моющих средства, а также к разработке новых [1].

Моющие композиции являются сложными многокомпонентными системами, в состав которых входит большое количество ингредиентов.

Современные моющие средства, как правило, состоят из ПАВ различной природы, комплексонов и функциональных добавок, основной целью которых является улучшение потребительских свойств моющего средства.

Комплексообразующие компоненты играют большую роль в составе моющей композиции и являются важной ее составляющей, так как за счет связывания ионов жесткости в значительной степени повышается эффективность и качество моющего средства.

Для любого моющего средства основным показателем, характеризующим эффективность и целесообразность использования именно этого средства является его моющая способность. Данный показатель зависит от многих факторов [2].

Одним их важных этапов в процессе мойки является – смачивание поверхности ткани, либо же твердой поверхности.

В общем виде процесс смачивания можно представить как межмолекулярное взаимодействие на поверхности раздела в системе «жидкость - твердое тело/жидкость (загрязнение) – жидкость».

Процесс смачивания является обязательным и очень важным в механизме отмыывания тканей или поверхностей.

На основании ранее проведенных исследований, можно сделать вывод, что в эффективности процесса смачивания большую роль играют именно комплексообразователи, входящие в состав моющей композиции [3].

В данной статье рассмотрим зависимость показателей смачиваемости от комплексообразующих компонентов, входящих в состав моющих средств.

На сегодняшний день известно большое количество комплексонов, применяемых в промышленности моющих средств [4].

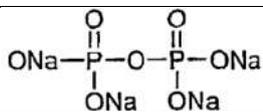
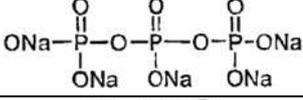
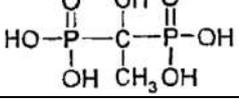
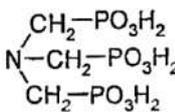
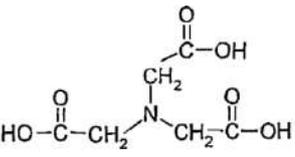
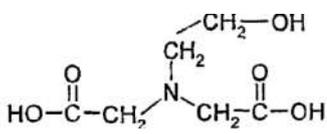
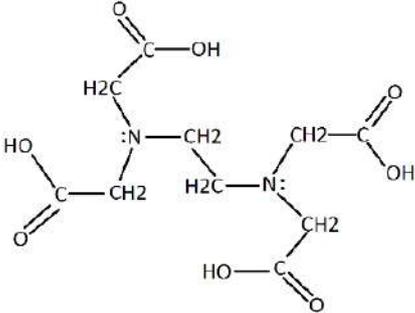
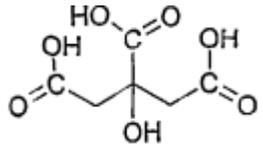
Наибольшую популярность в технологии производства моющих получил триполифосфат натрия. Однако, с каждым годом проводятся новые исследования, в результате которых ученые пришли к выводу, что использование популярного триполифосфата отрицательно влияет на окружающую среду и приводит к заболачиванию водоемов.

Таким образом, необходимо подобрать наиболее экологически-безопасный комплексообразующий компонент, который будет обладать необходимым комплексом свойств, но при этом будет являться безопасным для экологии.

Основные популярные и наиболее часто используемые на сегодняшний день комплексообразователи представлены в таблице 1.

Таблица 1.

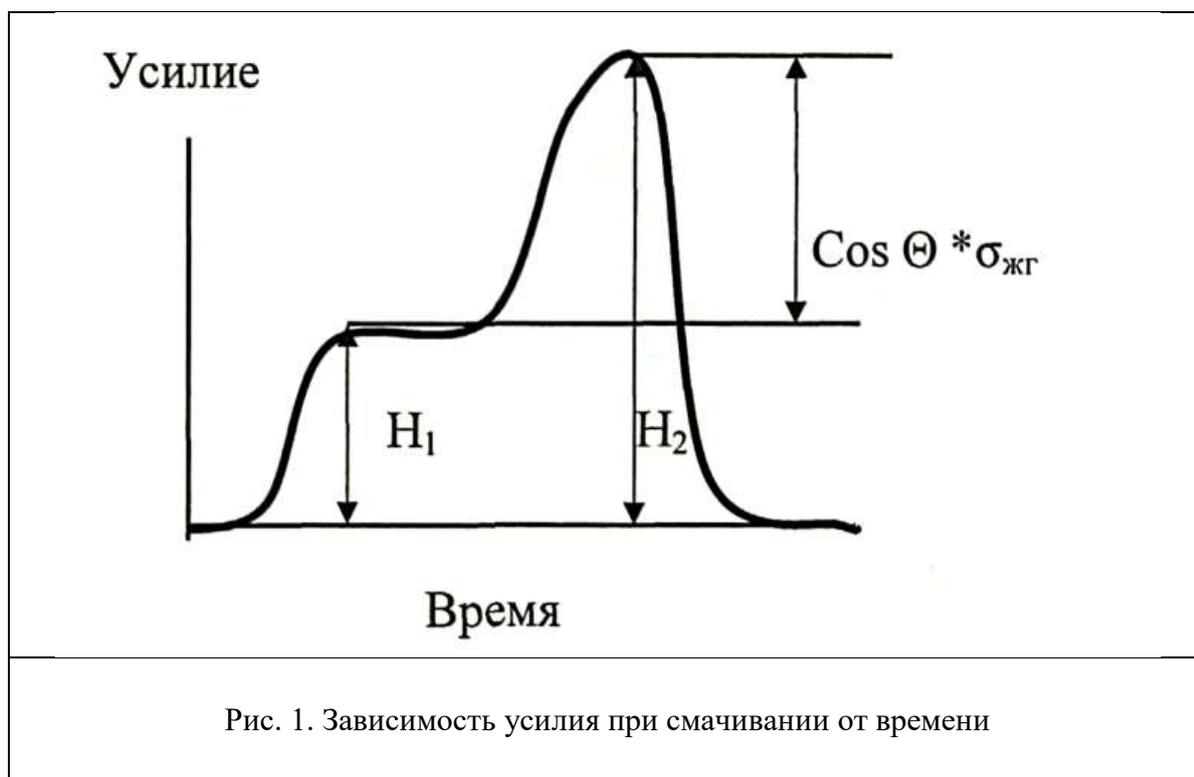
Основные комплексообразователи, используемые в рецептурах моющих средств

Химическая структура комплексонов	Химическое название комплексонов
	Дифосфат натрия
	Триполифосфат натрия
	Оксиэтилендифосфоновая кислота
	Нитрилотриметилфосфоновая кислота
	Нитрилотриуксусная кислота
	N-(2-гидроксиэтил) иминодиуксусная кислота
	Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-Na)
	Лимонная кислота

Анализируя приведенные выше комплексообразователи, можно сделать вывод, что наиболее распространенными, доступными и используемыми из этих являются: оксиэтилендифосфоновая кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-Na), лимонная кислота и триполифосфат натрия.

Как было сказано ранее, смачивающая способность является одним из важнейших показателей в моющем процессе и зависит от комплексообразователя, входящего в состав моющего средства. Поэтому, для наиболее популярных представителей комплексонов было проведено определение смачивания ткани [5].

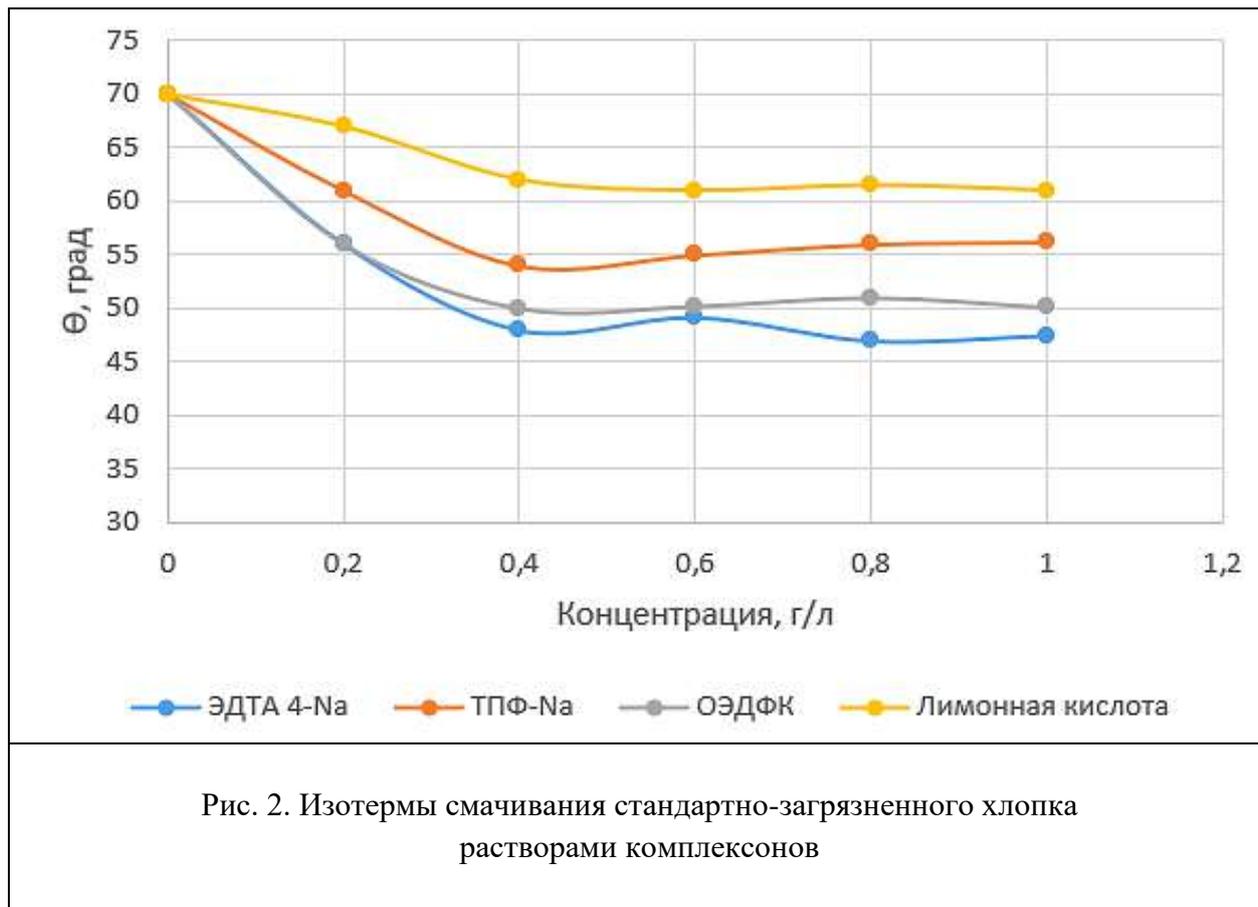
Данный опыт проводился с помощью пластинки Вильгельми методом погружения смачиваемой поверхности в исследуемый раствор с содержанием различных комплексообразователей [6]. Суть метода заключается в том, что закрепляли квадратный образец стандартно-загрязненной хлопчатобумажной ткани и опускали в анализируемые растворы, содержащие разные комплексообразователи, на 1 мм. Из полученной кривой определяли работу смачивания (рис. 1.).



Стоит учитывать, что смачивание поверхности является сложным процессом, который зависит параллельно от многих процессов и факторов, таких как адсорбции, диффузии, поверхностного натяжения, концентрации раствора, природы и состояния смачиваемой поверхности и т.д. Именно поэтому, очень важно учитывать все эти моменты в процессе подбора наиболее благоприятных условий для процесса смачивания.

### Полученные результаты и их обсуждение

Смачивание стандартно-загрязненной хлопчатобумажной ткани растворами комплексообразователей проводилось с помощью пластинки Вильгельми. В результате проведенного опыта была получена зависимость краевого угла смачивания от концентрации комплексообразующих компонентов в растворе дистиллированной воды (рис. 2).



Из полученных зависимостей можно сделать вывод, что во всех случаях смачивание ткани затруднено в жесткой воде, что связано с инкрустацией волокон ткани солями жёсткости.

Исходя из этого, становится ясно, что наибольшей смачивающей способностью, среди испытуемых комплексообразователей, обладает этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-На). В полученной зависимости смачивающая способность комплексообразующих компонентов растет в ряду: лимонная кислота < триполифосфат натрия < оксиэтилендифосфоновая кислота < этилендиаминтетрауксусная кислота.

Таким образом, на основании проведенных исследований и изученной информации, можно сделать вывод, что наиболее популярный и широко используемый на данный момент комплексообразователь триполифосфат натрия не обладает необходимыми смачивающими характеристиками, тем самым не может обеспечить максимально эффективную моющую способность, если сравнивать с тестируемыми комплексообразователями. Помимо этого, стоит также учитывать, что триполифосфат натрия не является экологически безопасным и наносит вред окружающей среде и водоемам [7].

На основании вышесказанного, можно считать, что на сегодняшний день наиболее целесообразно использовать другие комплексообразователи, например изученные оксиэтилендифосфоновую кислоту (ОЭДФК) или этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА 4-На), так как данные комплексоны обладают лучшими показателями смачивающей способности и при этом являются наиболее безопасными для экологии.

### **Конфликт интересов**

По материалам данной статьи у авторов не возникло конфликта интересов с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, также авторам не известно о наличии возможных конфликтов со стороны третьих лиц к данным статьи.

### **Благодарность**

Исследования для данной работы выполнены на базе Белгородского государственного университета им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

### **Список литературы**

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Количественный анализ // Современные технологии получения и анализа моющих средств, № 2, 2018. С. 50–56.
2. Болелый В.Ф., Васильев В.П. Оценка потребительских свойств СМС в практических условиях стирки // Аналитические основы анализа поверхностно-активных веществ: сб. науч.-практ. конф. / под ред. Г.А. Монастырского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2019. С. 48–52.
3. Тугорский И.А., Акименко П. В. Поверхностные явления и адсорбция // Особенности процессов, протекающих на границе разделов фаз: сб. науч. ст. второй междунар. науч.-практ. конф. / под ред. И.А. Тугорского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2020. С. 21–27.
4. Плетнев М.Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции / Плетнев К. А., Попов А. В. // Бытовая химия. – 2019. – № 5. – С. 68–74.
5. Ковалев В.М., Петренко Д.С. Технология производства синтетических моющих средств // Химия моющих средств, №12, 2021. С. 47-50.
6. Григорьев Г.А. Термодинамика и кинетика смачивания и растекания // Физико-химические процессы ПАВ, №34, 2019. С. 23-28.
7. Болелый В.Ф., Васильев В.П. Оценка потребительских свойств СМС в практических условиях стирки // Аналитические основы анализа поверхностно-активных веществ: сб. науч.-практ. конф. / под ред. Г.А. Монастырского. Москва: ИПЦ МГАТХТ. 2019. С. 48–52.

### **The effect of complexons on wetting parameters in detergent production technology**

Klepikova M.A., Klyuchnikova N.V., Gorodov S.I., Markin A.M.

*Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov,  
308012, Russia, Belgorod, Kostyukova str., 46*

email: \* [mariya.klepickova@yandex.ru](mailto:mariya.klepickova@yandex.ru), [4494.55@mail.ru](mailto:4494.55@mail.ru),  
[serg5254325@rambler.ru](mailto:serg5254325@rambler.ru), [andrewioi@yandex.ru](mailto:andrewioi@yandex.ru)

Today, the development of environmentally friendly and effective detergents is one of the leading tasks of chemical technology. The development of formulations of detergent compositions is a complex multi-stage process in which each of the components plays an important role.

The introduction of complexing agents into the composition is an obligatory stage of the detergent production technology. To date, there are a large number of complexing additives used in the production technology of detergents. Each of the complexing agents has its own set of advantages and disadvantages. Therefore, it is very important to correctly select the complexon in the formulation, depending on the required characteristics and properties of future products. One of the main indicators of the effectiveness of detergents is wettability. In this article, the dependence of wettability indicators on the basis of a complexing additive included in the formulation of detergents is studied.

*Keywords:* detergents, complexing agents, wetting, wetting ability.

## References

1. Kreshkov A.P. Fundamentals of analytical chemistry. Theoretical foundations. Quantitative analysis // Modern technology for the production and analysis of detergents, No. 2, 2018. pp. 50-56.
2. Bolely V.F., Vasiliev V.P. Evaluation of consumer properties of SMS in practical washing conditions // Analytical foundations of the analysis of surfactants: collection of scientific and practical conf. / edited by G.A. Monastyrsky. Moscow: CPI MGATT. 2019. pp. 48-52.
3. Tutorsky I.A., Akimenko P. V. Surface phenomena and adsorption // Features of the processes occurring at the boundary of the phase sections: collection of scientific articles of the second international scientific and practical conference / ed. by I.A. Tutorsky. Moscow: CPI MGATT. 2020. pp. 21-27.
4. Pletnev M.Yu. Surfactants and compositions / Pletnev K. A., Pov A.V. // Household chemicals. – 2019. – No. 5. – pp. 68-74.
5. Kovalev V.M., Petrenko D.S. Technology of production of synthetic detergents // Chemistry of detergents, No. 12, 2021. pp. 47-50.
6. Grigoriev G.A. Thermodynamics and kinetics of wetting and spreading // Physico-chemical processes of surfactants, No. 34, 2019. pp. 23-28.
7. Bolely V.F., Vasiliev V.P. Assessment of consumer properties of SMS in practical washing conditions // Analytical foundations of the analysis of surfactants: collection of scientific and practical conf. / edited by G.A. Monastyrsky. Moscow: CPIMGATT. 2019. pp. 48-52.

**ЭКОНОМИКА. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_112

УДК 332.012

ГРНТИ 06.61.33

ВАК 5.2.3

**Предпосылки разработки концепции умного цифрового двойника сложных организационно-технических систем мезоэкономического уровня**

Панамарева О. Н.

<sup>1</sup> *Военный инновационный технополис «ЭРА»,  
353456, Россия, г. Анапа, Пионерский пр., 41*

email: [era\\_otd1@mil.ru](mailto:era_otd1@mil.ru)**Аннотация**

В работе представлены сформулированные автором, исходя из применения методов дедукции, индукции, обобщения, системного анализа, основные предпосылки, обуславливающие целесообразность разработки и внедрения умного цифрового двойника сложных организационно-технических систем, расположенных именно на мезоэкономическом уровне управления. В качестве последних предложено рассматривать отечественные морские транспортные узлы, ввиду концентрации в их пространстве разного уровня экономических акторов, взаимоотношения которых носят сложный мутуализмический характер, а бизнес-модели подлежат трансформации на фоне общественных изменений, и наличия разнообразных технико-технологических и организационных инструментов, применяемых для реализации их хозяйственной деятельности в частности и в целом. На основе использования комплексного подхода сформированы ключевые требования, которым должен соответствовать цифровой двойник такого рода систем.

*Ключевые слова:* предпосылки, умный цифровой двойник, сложные организационно-технические системы, мезоэкономический уровень, устойчивое экономическое развитие, экономическая безопасность

**Теория и методы исследования**

Складывающиеся современные социально-экономические, военно-политические условия хозяйствования, для которых стали привычными такие характеристики, как турбулентность, неопределенность, риски (связанные с влиянием гетерогенных экзогенных и эндогенных факторов) и вновь возникающие вызовы, определяют требования, которым должна соответствовать инфраструктура экономики России XXI. Особенно, когда наблюдается

неразрывная связь вопросов обеспечения экономической, информационной, экологической, технико-технологической, общественной и других видов безопасности, являющихся основой национальной безопасности, когда цифровая трансформация (ЦТ) набирает обороты, выступая как триггер изменения общественных и экономических отношений, аспекты формирования составляющих информационно-аналитической инфраструктуры сложных организационно-технологических систем (СОТС) на новой технико-технологической и организационной основе следует рассматривать как первостепенные с научной и практической точек зрения. Выработка концепций системообразующих и системоразвивающих инструментов в контексте данной проблематики – ключевая комплексная научно-практическая задача, решение которой обеспечит реализацию технико-технологического рывка, столь важного для экономики России.

В экономических научных работах отсутствует единое мнение в решении данной задачи, на законодательном уровне только начинают формироваться предварительные очертания (требования, задачи и др.) тех высокотехнологичных инструментов и механизмов, которые нацелены на обеспечение защиты национальных интересов и достижение национальных целей нашей страны.

Поскольку цифровые двойники – высшая степень развития вычислительных ресурсов, когнитивных моделей, встроенных датчиков и др. [1], для разработки обозначенной проблематики в качестве объекта исследования выбраны цифровые двойники сложных организационных систем, занимающих такое место в системе экономических акторов, которое создает предпосылки для формирования сквозных механизмов компиляции потенциала и объединения усилий экономических агентов для обеспечения безопасности и устойчивого экономического развития самих СОТС, региона и государства в целом.

Сущность феномена цифрового двойника (ЦД), несмотря на относительную его новизну, не в полной мере раскрыта, особенно применительно к СОТС.

Основоположником концепции, включающей три основные составляющие (в т.ч. «физические продукты в реальном пространстве», «виртуальные продукты в виртуальном пространстве», «соединения данных и информации, которые связывают виртуальные и реальные продукты вместе»), является профессор Мичиганского университета Майкл Гривс [2]. Впервые официально дефиниция «цифровой двойник» использована в отчете NASA о моделировании и симуляции за 2010 г. [3], в котором она раскрывалась как «сверхреалистичная виртуальная копия космического корабля, воспроизводящая этапы строительства, испытаний и полетов». Однако особое внимание данной проблематике стало уделяться только с 2015 г. в результате развития интернета вещей и искусственного интеллекта, достижения ими определенной стадии технологической зрелости в 2016 г. и получения статуса лидирующих технологий уже в 2018 г.

На современном этапе технологического развития разработке и исследованию перспективных направлений применения цифровых двойников изделий посвящен достаточно большой пласт научных работ. Авторы данных трудов в основном рассматривают отдельные аспекты разработки и применения ЦД, дифференцированно и точно по объектам различных отраслей и сфер гражданской и военной экономики [4–12]. Наибольший научный задел по данному направлению имеется в сфере промышленности, экологического мониторинга, энергетики и космических систем. Ряд разрозненных наработок имеется в транспортной и логистической деятельности [12, 13]. Последним

достижением стало законодательное закрепление общих положений разработки и применения цифровых двойников изделий во впервые в мире разработанном государственном стандарте (принадлежность – Россия) в целях обеспечения конкурентоспособности производимых изделий предприятий и организаций и повышения скорости их вывода на рынок [14, 15]. Касательно производственных систем также в России предпринимались попытки регламентации развития ЦД. Однако предварительный стандарт ПНСТ 429-2020 [16], закреплявший понятия «цифровой двойник», «производственный процесс» и др., наряду с иными нормативно-правовыми документами по данной проблематике [17–20] в сфере промышленности, прекратил действие в связи с истечением срока (рис. 1).

При этом вопрос создания ЦД социотехнических систем не потерял своей актуальности и подлежит дальнейшей разработки ввиду складывающейся ситуации в области реализации изменений, происходящих в обществе, ИКТ-импортозамещения, необходимости формирования комплексной системы долгосрочного планирования для обеспечения технологического и экономического суверенитета государства на пути к устойчивому сбалансированному безопасному развитию нашей страны и достижения высокого качества жизни российского населения.

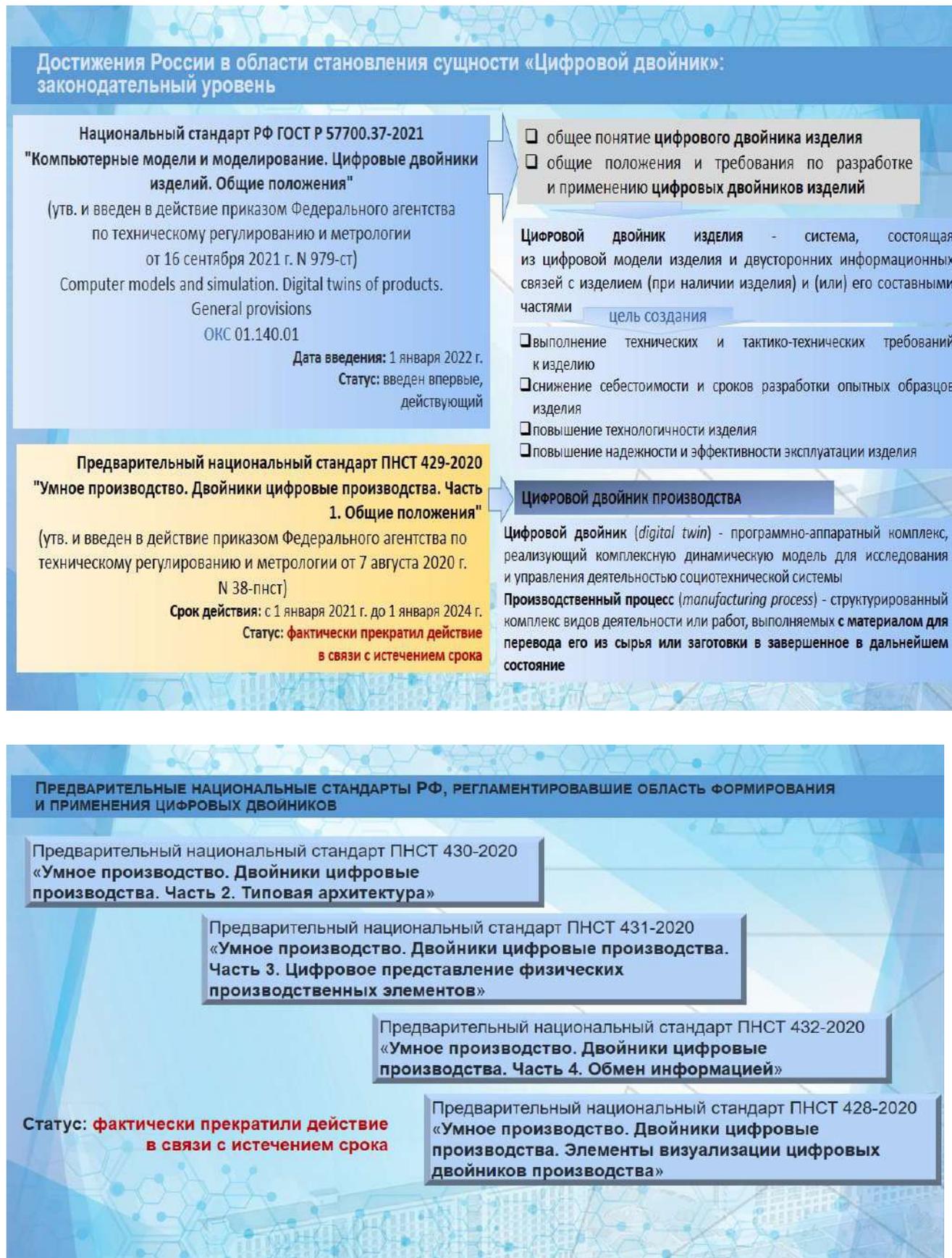
### **Полученные результаты и их обсуждение**

Базируясь на методах дедукции, индукции, обобщения, системного анализа эмпирических и теоретико-аналитических данных, отраженных в отечественной нормативно-правовой базе, в отчетных статистических справочниках и иных официальных источниках последних лет, исследовательских работах отечественных и зарубежных ученых, далее сформулированы основные предпосылки разработки концепции ЦД сложных организационно-технических систем именно мезоэкономического уровня.

Принимаемые меры, в т.ч. нашедшие законодательное закрепление, направленные на обеспечение технологического суверенитета (в т.ч. на развитие отечественных ИТ-технологий и технологий искусственного интеллекта, активизации инновационной деятельности) и устойчивого роста экономики, носят разрозненный, зачастую декларативный характер по отдельным отраслям, предприятиям, организациям, отсутствует эффективное долгосрочное прогнозирование и планирование комплексной их реализации, что влечет невозможность достижения поставленных стратегических целей и синергетического эффекта, невозможность обеспечения сбалансированного функционирования и развития экономики.

Исходя из обозначенного выше сформулируем ключевые предпосылки разработки ЦД СОТС, тем самым определяющие сущность самих двойников как систем систем (СС).

Первой предпосылкой является то, что общественные трансформации тесно связаны с достижениями научно-технического прогресса и обуславливают смену мирохозяйственного порядка и технологического уклада, влекущих объективную необходимость трансформации моделей осуществления хозяйственной деятельности и моделей управления ею в соответствии с формирующейся парадигмой



**Предварительные национальные стандарты РФ, регламентировавшие область формирования и применения цифровых двойников**

Предварительный национальный стандарт ПНСТ 430-2020  
**«Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 2. Типовая архитектура»**

Предварительный национальный стандарт ПНСТ 431-2020  
**«Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 3. Цифровое представление физических производственных элементов»**

Предварительный национальный стандарт ПНСТ 432-2020  
**«Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 4. Обмен информацией»**

Предварительный национальный стандарт ПНСТ 428-2020  
**«Умное производство. Двойники цифровые производства. Элементы визуализации цифровых двойников производства»**

**Статус: фактически прекратили действие в связи с истечением срока**

Рис. 1. Законодательное регламентирование аспектов формирования и применения цифровых двойников в России

с формирующейся парадигмой управления, новыми технико-технологическими трендами, эффективная реализация которой проблематична без формирования максимально точных прогнозов, осуществляемых на основе применения инструментов нового качества. Лицо принимающее решение зачастую не успевает уследить за всеми изменениями, традиционная инерционность СОТС большинства отраслей (и на их стыке) в плане реализации изменений, невозможность с позиции господствующего экономического мейнстрима объяснить и разработать действенные меры, способствующие организационным, технико-технологическим, культурным изменениям – это факторы-препятствия на пути формирования хозяйства нового свойства. Ведь активизация общественных трансформаций, сопровождающихся такими процессами, описанными в работах Бодрунова С.Д., Филиповой И.А. [21–23] и др., как:

- процесс диффузии форм и прав собственности (т.е. перехода к солидарному ответственному ее использованию в производственном процессе и в процессе конечного потребления);
- процесс социализации экономики и общества (экономический рост не ради экономического роста, а для обеспечения социальной справедливости);
- процесс перехода от рыночных индивидуализма, рационализма и жесткой конкурентной борьбы к солидарному ответственному разумному производству и потреблению;
- процесс перехода к обществу, в котором, знание человека, его потенциал в компиляции с прорывными технологиями на фоне формирования метавселенных – основной производственный ресурс, где хозяйствует «человек культурный», а не «человек экономический».

В качестве второй предпосылки выступает то, что значительно усиливается влияние на национальную, региональную, отраслевую, комплексную, локальную безопасность, мезобезопасность, функционирование и развитие СОТС (в т.ч. и ее составляющих) гибридных угроз, вызванных ведением гибридных войн, нацеленных в первую очередь на разрушение экономической мощи государства, стирающих границы между военной, экономической и общественной безопасностью. При этом отсутствует механизм их детерминирования, ранжирования по значимости, определения степени потенциального влияния гибридных угроз и возникающих негативных последствий, как на отдельного экономического агента, так и на СОТС в комплексе, что в свою очередь обуславливает недейственность, а в большинстве случаев, неэффективность сложившейся системы прогнозирования и модели управления на всех экономических уровнях.

Третьей же предпосылкой является то, что применяемая программно-целевая модель управления развитием экономики страны, регионов, отраслей, отдельных территориально-экономических объектов (ТЭО) исчерпала свои возможности и не позволяет выделить своевременно реальные точки бифуркации в траектории развития и обеспечить технико-технологический прорыв, столь необходимый для устойчивого социально-экономического развития России.

А четвертой предпосылкой стало то, что попытки реализации цифровой трансформации формулируются в основном в виде цифровизации отдельных операционных процессов, при этом «лоскутно» или, в лучшем случае, системно (на отдельном предприятии или его части), путем внедрения разрозненных цифровых инструментов.

Существует многообразие информационных систем (ИС) хозяйствующих объектов

различного уровня (например, АИС, СУДС, ИС Галилео, ИС Платон и др.), формирующихся и созданных цифровых платформ, цифровых экосистем (например, экосистемы цифровых коридоров), интеграция которых зачастую проблематична, а в большинстве случаев невозможна, в результате возникают так называемые «посредники» с частной «индивидуальной» информационной и аналитической инфраструктурой, что влечет рост добавленной стоимости в целом (обозначим его как «номинальный экономический рост»), однако негативно сказывается в итоге на изменении благосостояния человека (ввиду роста транзакционных издержек, закладываемых в цену продукта, оплачиваемого конечным потребителем), т.е. – на «реальном экономическом росте». Эти факты характеризуют пятую предпосылку.

В продолжение предыдущего, шестой предпосылкой является то, что сложности интеграции указанных выше цифровых инструментов и компилирования ИКТ-технологий также обуславливает проблемы на пути формирования единого информационного пространства, а следовательно, и реализации эффективной аналитики больших массивов данных (как ключевого ИТ-тренда) и получения информации об общей обстановке функционирования каждого актора и СОТС в целом, в динамике и статике, в ретроспективе и перспективе, в прогнозах и планах.

Как следствие описанных выше предпосылок стоит отметить наличие такого факта (седьмой предпосылки), как то, что на сегодня отсутствует единая аналитико-инфокоммуникационная среда, позволяющая своевременно отслеживать технико-технологические и организационные тренды, ориентироваться в их многообразии, выделять, отбирать, компилировать наиболее значимые и действенные (т.е. дающие синергетический эффект) прорывные (постоянно эволюционирующие) технологии, обеспечивать их финансирование в достаточном объеме и внедрение, не отдельными наиболее технологически развитыми, обладающими наибольшим инвестиционным, техническим, технологическим, кадровым потенциалом экономическими агентами (что характерно для сегодняшней экономики, где господствует индивидуализм и рационализм), а – в целом в пространстве СОТС всеми ее стейкхолдерами на основе комплексного подхода для получения солидарного блага. Решение данной задачи связано с наличием, обработкой, анализом больших объемов динамичных данных, ограниченностью физических возможностей человека в их обработке, формировании прогнозов, выявлении и оценке рисков, своевременной выработке, принятии, реализации управленческих решений (особенно нетривиальных), их корректировке при необходимости (ввиду наличия неопределенности и гибридных рисков); поэтому его следует разрабатывать сквозь плоскость формирования единой концепции действенного механизма цифровой трансформации.

В завершении перечня ключевых предпосылок выделим то, что в сложившихся условиях отсутствует организационно-экономический механизм, объединяющий усилия и потенциал экономических акторов, хозяйствующих субъектов ради получения, сохранения и преумножения солидарного блага, а не для традиционного достижения частных целей экономических агентов. Это восьмая предпосылка.

Таки образом, нивелирование или решение обозначенных проблем возможно при переходе к программно-прогностической модели управления, основным инструментом реализации которой по нашему мнению является цифровая комплексная трансформация. Поскольку ЦТ выступает триггером объективных изменений в социально-экономических отношениях

(т.е. трансформации общественного устройства) в контексте новейшей технологической базы и экономического развития, а прикладная экономическая наука не дает достигать требуемых результатов, при разработке составляющих механизма комплексной ЦТ МТУ целесообразно исходить из положений классической политэкономии, ноономики и гетеродоксальной экономической теории в противовес главенствующему мейнстриму.

В основе последней с учетом достижений в науке и технике [24] целесообразно рассматривать концепцию инновационного механизма ЦТ, представляемую в форме «трехфакторной эволюционирующей самоорганизующейся модели, состоящей из трех ключевых системообразующих составляющих – глубоко интегрированных звеньев, описанных в работе [25], одной из них выступает цифровой двойник СОТС.

В целом, сегодня технологию «цифровой двойник» («Digital Twin») определяют, как:

- одну из передовых технологий, являющуюся «технологией-интегратором практически всех сквозных цифровых технологий и субтехнологий»;
- технологию-драйвер, обеспечивающую технологические прорывы и позволяющую высокотехнологичным компаниям переходить на новый уровень технологического и устойчивого развития;
- один из главных трендов развития 4-ой промышленной революции («Industry 4.0») на ближайшие 5 лет.

Поэтому в качестве ключевой составляющей единой концепции действенного механизма комплексной ЦТ целесообразно использование технологий цифровых двойников.

В дополнение к сказанному выше, следует отметить, что объективная реальность – дискуссионность вопроса относительно формирования ЦД социотехнических систем более высокого уровня нежели ЦД промышленных предприятий (в частности, ЦД производственных процессов). Однако в этом направлении присутствуют лишь разрозненные декларативные предложения и/или носящие форму индивидуальных коммерческих платформенных решений, трудно компилируемых между собой, опять же нацеленных на экстенсивный (номинальный) прирост добавленной стоимости.

При этом важно создание ЦД СОТС, который позволит интегрировать передовые и прорывные технологии, ИС, автоматизированные системы управления, цифровые платформы, цифровые транспортные коридоры, характеризующиеся принадлежностью разнообразным экономическим акторам, нивелировав разрывы в цифровом, технико-технологическом и организационном развитии, объединив всех стейкхолдеров экономико-пространственных процессов, сформировав и развивая единую аналитико-инфокоммуникационную социо-экономическую среду, позволяющую достигать стратегических национальных и региональных целей, неразрывно связанных со сбалансированными целями СОТС и всех ее составляющих хозяйствующих акторов.

В соответствии с обозначенным выше для формулирования основных требований, которым должен соответствовать ЦД социотехнической системы определили уровень СОТС, реализация ЦД на котором даст требуемый мультипликативный и синергетический эффект. Исходя из сформулированных предпосылок и результатов исследований, представленных в последних работах (Панамарева О.Н., 2023, 2024) и докладах автора на международных форумах 2024 г. (в т.ч. на VI Международном форуме «Метрологическое обеспечение инновационных технологий», VIII Международном политэкономическом конгрессе им. А.В.Бузгалина), в качестве такой СОТС целесообразно выбрать именно систему

мезоэкономического уровня.

Наиболее ярким примером такого типа СОТС является морской транспортный узел (МТУ), который объединяет интересы населения, государства и бизнеса, где каждый актор обладает своим техническим, технологическим, экономическим, организационным, культурным и кадровым потенциалом.

При этом, резюмируя сказанное выше, ЦД такой СОТС, как МТУ, должен позволить сформировать сбалансированную ресурсную структуру, обеспечивать комплексный мониторинг, максимально реальное представление, четкое прогнозирование как самих процессов, так и связей между ними, служить действенной автоматической интеллектуальной системой поддержки принятия управленческих решений, функционирующей на основе актуальной полной информации о складывающихся ситуациях. Однако, применяемый сегодня подход к восприятию, и, зачастую, детерминированию сущности ЦД социотехнической как модели, собирающей, обрабатывающей, анализирующей, интерпретирующей данные, или как базы данных некорректен; поскольку ЦД СОТС мезоэкономического уровня следует рассматривать как систему систем, как саморазвивающийся и самосовершенствующийся интегрирующий механизм, компилирующий в себе прямые, обратные, кроссакторные, кросспроцессные и кроссфункциональные взаимосвязи в онлайн-режиме, являясь также ключевым инструментом, реализующим превентивную аналитику и обеспечивающем трансформацию деловых, хозяйственных моделей и процессов в целом, позволяющим реализовать устойчивое развитие сбалансированное СОТС сквозь призму обеспечения безопасности. В последующих работах автора представлено освещение детерминированных (исходя из трендов социально-экономических и технико-организационных трансформаций, развития направлений экономической теории) задач ЦД СОТС мезоэкономического уровня, особенностей его формирования и ключевых его составляющих.

### **Конфликт интересов**

Автор статьи заявляет, что у него нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и ей ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

### **Список литературы**

1. Цифровые двойники в промышленности: истоки, концепции, современный уровень развития и примеры внедрения. – [Электронный ресурс]. URL: <https://digitaltwin.ru/digital-twins-in-industry/> (14.03.2024).
2. Концепция «Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication» // A Whitepaper by Dr. Michael Grieves, 2014.
3. DRAFT modeling, simulation, information technology & processing road map. Technology Area 11. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.emacromall.com/reference/NASA-Modeling-Simulation-IT-Processing-Roadmap.pdf> (03.02.2024).

4. Аминов К.А., Ляндау Ю.В. Цифровая трансформация нефтегазового комплекса как способ повышения эффективности производственных процессов в топливно-энергетическом секторе // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 1. С. 258–261.
5. Анискин Ю.П. Стратегические корпоративные изменения в условиях развития цифровых двойников управления компаниями // *ЭСГИ*. 2021. № 3 (31). С. 6–16.
6. Дегтярёва В.В., Мурзинцева Д.А. Цифровизация как конкурентное преимущество Госкорпорации «Росатом» // *Вестник ГУУ*. 2021. № 12. С. 34–39.
7. Вичугова А. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT Big Data. – [Электронный ресурс]. URL: <https://bigdataschool.ru> (03.02.2024).
8. Касьянова Н.Т., Тумашева Е.С. Рынок цифровых двойников: стимулирующие и сдерживающие факторы // *Бюллетень инновационных технологий*. 2023. № 1 (25). С. 30–35.
9. Речкалов А.В., Артюхов А.В., Куликов Г.Г., Новиков В.Н. Концепция системного представления предметной области при формировании цифрового двойника производственного процесса машиностроительного предприятия // *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*. 2022. Вып. 26. № 1 (95). С. 120–135.
10. Города используют Цифровые двойники, чтобы эффективно внедрять технологии BIM и ГИС, тем самым повышая качество жизни своих граждан // *САПР и графика*. 2020. № 3(281). С. 4-10.
11. Технологии цифровых близнецов в транспортных коридорах для морских и водных путей в России / В.П. Куприяновский, А.А. Климов, И.Г. Гоц [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. Т. 8. 2020. № 12. С. 113–132.
12. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT и BIG DATA. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (03.02.2024).
13. Селиверстова Н.С., Сабитов Р.А., Смирнова Г.С. Подходы к управлению логистическими процессами в условиях цифровой экономики // *Russian Journal of Economics and Law*. 2022. № 3. С. 566–576.
14. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТР 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 сентября 2021 г. N 979-ст). М.: Российский институт стандартизации. 2021. 15 с.
15. Сысоева Е.А. Национальный стандарт Российской Федерации в области цифровых двойников // *Компетентность*. 2022. № 3. С. 10–13.
16. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 429-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 38-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 11 с.
17. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 430-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 2. Типовая архитектура» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 39-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 13 с.
18. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 431-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 3. Цифровое представление физических

производственных элементов» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 40-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 14 с.

19. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 432-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 4. Обмен информацией» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 41-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 16 с.

20. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 428-2020 «Умное производство. Двойники цифровые производства. Элементы визуализации цифровых двойников производства» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. N 37-пнст). М.: Стандартинформ. 2020. 5 с.

21. Бодрунов С.Д. Стратегия перехода к новому мирохозяйственному укладу и ноообществу: индустриальный аспект // Экономика промышленности. 2023. № 16 (2). С. 135–140.

22. Бодрунов С.Д. Генезис ноономики: НТП, диффузия собственности, социализация общества, солидаризм // Экономическое возрождение России. 2021. № 1 (67). С. 5–14.

23. Филипова И.А. Создание метавселенной: последствия для экономики, социума и права // Сетевое издание «Journal of Digital Technologies and Law». 2023. N 1 (Vol. 1). С. 7–32.

24. Морозов А.В., Панамарев Г.Е., Гусеница Я.Н. Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «ИТ-технологии». Сборник трудов II Всероссийской научно-технической конференции. Анапа. 2023. С. 7-18.

25. Панамарева О.Н. Ключевые составляющие механизма цифровой трансформации сложных организационно-технических систем как мезооснования гетеродоксальной экономики // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. 2024. № 1. С.40–60.

### **Prerequisites for developing the concept of a smart digital twin of complex organizational and technical systems of the mesoeconomic level**

Panamareva O. N.

*Innovativ Technopolis «ERA»*

*353456, Russia, Anapa, Pionerskiy dst., 41*

email: [era\\_otd1@mil.ru](mailto:era_otd1@mil.ru)

The paper presents the main prerequisites formulated by the author, based on the use of methods of deduction, induction, generalization, system analysis, that determine the feasibility of developing and implementing a smart digital twin of complex organizational and technical systems located at the mesoeconomic level of management. As the latter, it is proposed to consider domestic maritime transport hubs, due to the concentration in their space of different levels of economic actors, whose relationships are of a complex mutualistic nature, business models are subject to transformation against the background of social changes, and the presence of a variety of technical, technological and organizational tools used to implement their economic activities in particular and in general.

Based on the use of an integrated approach, according to the identified prerequisites, key requirements have been formed that the digital twin of this type of system must meet.

*Keywords:* prerequisites, smart digital twin, complex organizational and technical systems, mesoeconomic level, sustainable economic development, economic security.

## References

1. Digital twins in industry: origins, concepts, current level of development and examples of implementation. – [Electronic resource]. URL: <https://digitaltwin.ru/digital-twins-in-industry/> (03/14/2024).
2. The concept of "Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication" // A Whitepaper by Dr. Michael Grieves, 2014.
3. DRAFT modeling, simulation, information technology & processing road map. Technology Area 11. – [Electronic resource]. URL: <https://www.emacromall.com/reference/NASA-Modeling-Simulation-IT-Processing-Roadmap.pdf> (02/03/2024).
4. Aminov K.A., Lyandau Yu.V. Digital transformation of the oil and gas complex as a way to increase the efficiency of production processes in the fuel and energy sector // Innovations and investments. 2023. No. 1. pp. 258-261.
5. Aniskin Yu.P. Strategic corporate changes in the conditions of development of digital twins of company management // ESGI. 2021. No. 3 (31). pp. 6-16.
6. Degtyareva V.V., Murzintseva D.A. Digitalization as a competitive advantage of Rosatom State Corporation // Bulletin of GUU. 2021. No. 12. pp. 34-39.
7. Vichugova A. Digitalization of production and digital twins: combining PLM, IoT Big Data. – [Electronic resource]. URL: <https://bigdataschool.ru> (02/03/2024).
8. Kasyanova N.T., Tumasheva E.S. The market of digital twins: stimulating and constraining factors // Bulletin of innovative technologies. 2023. No. 1 (25). pp. 30-35.
9. Rechkalov A.V., Artyukhov A.V., Kulikov G.G., Novikov V.N. The concept of a systematic representation of the subject area in the formation of a digital twin of the production process of a machine-building enterprise // Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University. 2022. Issue. 26. No. 1 (95). pp. 120-135.
10. Cities use Digital twins to effectively implement BIM and GIS technologies, thereby improving the quality of life of their citizens // CAD and Graphics. 2020. No. 3(281). pp. 4-10.
11. Digital twin technologies in transport corridors for sea and waterways in Russia / V.P. Kupriyanovsky, A.A. Klimov, I.G. Gotz [et al.] // International Journal of Open Information Technologies. Vol. 8. 2020. No. 12. pp. 113-132.
12. Digitalization of production and digital twins: combining PLM, IoT and BIG DATA. – [Electronic resource]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (02/03/2024).
13. Seliverstova N.S., Sabitov R.A., Smirnova G.S. Approaches to managing logistics processes in the digital economy // Russian Journal of Economics and Law. 2022. No. 3. pp. 566-576.

14. The national standard of the Russian Federation GOSTR 57700.37-2021. Computer models and modeling. Digital counterparts of products. General provisions. (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated September 16, 2021 N 979-st). Moscow: Russian Institute of Standardization. 2021. 15 p.
15. Sysoeva E.A. National standard of the Russian Federation in the field of digital twins // Competence. 2022. No. 3. С. 10-13.
16. Preliminary national standard PNST 429-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 1. General provisions" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 38-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 11 p .
17. The preliminary national standard PNST 430-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 2. Standard Architecture" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and the Metro.
18. Preliminary national standard PNST 431-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 3. Digital representation of physical production elements" (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 40-pnst).  
Moscow: Standartinform. 2020. 14 p .
19. Preliminary national standard PNST 432-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Part 4. Information exchange" (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 41-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 16 p .
20. Preliminary national standard PNST 428-2020 "Smart manufacturing. Digital production doubles. Visualization elements of digital production twins" (approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 7, 2020 N 37-pnst). Moscow: Standartinform. 2020. 5 p.
21. Bodrunov S.D. The strategy of transition to a new world economic system and a new society: the industrial aspect // The economics of industry. 2023. No. 16 (2). pp. 135-140.
22. Bodrunov S.D. The genesis of nononomics: NTP, diffusion of property, socialization of society, solidarity // The economic revival of Russia. 2021. No. 1 (67). pp. 5-14.
23. Filipova I.A. Creation of the metaverse: consequences for the economy, society and law // Online publication "Journal of Digital Technologies and Law". 2023. N 1 (Vol. 1). pp. 7-32.
24. Morozov A.V., Panamarev G.E., Caterpillar Ya.N. The state and prospects of development of modern science in the field of "IT technologies". Proceedings of the II All-Russian Scientific and Technical Conference. Anapa. 2023. pp. 7-18.
25. Panamareva O.N. Key components of the mechanism of digital transformation of complex organizational and technical systems as the meso-basis of a heterodox economy // Bulletin of the Moscow University of Finance and Law MFUA. 2024. No. 1. pp.40-60.

doi: 10.51639/2713-0576\_2024\_4\_2\_124

УДК 331.5

ГРНТИ 06.77.61

УДК 5.2.6

**Зарубежный опыт привлечения и удержания специалистов в аэрокосмической отрасли**

Рычкова А. Д.

*Амурский государственный университет,  
675027, Россия, г. Благовещенск, ул. Игнатъевское шоссе 21*

email: sam\_28\_02@mail.ru

**Аннотация**

В данной статье рассматриваются проблемы привлечения и удержания специалистов в аэрокосмической отрасли с учетом текущих тенденций, а также факторы, влияющие на приток и удержание квалифицированных кадров. Выявлены причины нехватки и текучести кадров в аэрокосмической отрасли, проведен опрос студентов, обучающихся на космических направлениях. В статье представлены результаты анализа современных стратегий зарубежных компаний по привлечению и мотивации специалистов, которые направлены на обеспечение устойчивого роста и развития персонала ракетно-космической промышленности.

*Ключевые слова:* аэрокосмическая отрасль, квалифицированные кадры, международные практики, предприятия космической промышленности, методы мотивации и привлечения сотрудников.

**Теория и методы исследования**

Развитие ракетно-космической отрасли является приоритетным направлением для большинства стран. Владение собственной космической инфраструктурой и научными проектами в области космоса влияет на политическое, экономическое и научно-техническое положение государства, укрепляя его авторитет и позицию на международной арене. Космическая деятельность страны способствует созданию новых рабочих мест, привлечению инвестиций и стимулированию экономического роста. Реализуя свою космическую программу, государство обеспечивает национальную безопасность. Основой функционирования любой отрасли является кадровый потенциал, для решения высокотехнологичных инженерных задач предприятие должно иметь квалифицированных работников. Однако, несмотря на востребованность и поддержку аэрокосмических исследований и технологий в большинстве развитых стран, а также престижность и высокий уровень получаемого образования по космическим направлениям, в отрасли существует нехватка и текучесть кадров [1].

Проблемам привлечения и удержания специалистов в инженерных отраслях промышленности посвящено много работ отечественных авторов. В публикации Е. В. Балакшиной [2] подчеркивается важность ориентации образовательной среды в высшем учебном заведении на подготовку конкурентоспособных инженерно-технических кадров для поддержания престижа технических отраслей, где особую роль играют психологические аспекты формирования профессиональной надежности инженерных кадров, такие как мотивация, саморегуляция и другие различные психофизиологические параметры. В работах О. Г. Антоновой, Ю. Р. Хайруллиной, Е. В. Щаниной [3] и Д. М. Ковальчука и М. А. Смагина [4] отмечена проблема адаптации и мотивации молодых специалистов, нехватка навыков работы в коллективе, а также значимость улучшения условий труда и развития программ поддержки для молодых сотрудников технических специальностей. Помимо этого, авторы работ выделяют необходимость совершенствования подготовки и проведения инновационных проектов для удержания молодых специалистов в различных отраслях.

В статье [5] авторы Е. А. Коган, Т. В. Семёнова указывают на то, профессия инженера остается востребованной среди студентов и абитуриентов. Однако, ожидания выпускников относительно заработной платы часто не совпадают с предлагаемыми условиями на начальных этапах карьеры, что может привести к тому, что значительная часть выпускников выберет работу в других сферах.

Теоретико-методологическую базу исследования составили источники, включающих в себя научные публикации, доступные в научной электронной библиотеке Elibrary.ru и посвящённой данной теме, а также официальные сайты крупных аэрокосмических компаний и государственных корпораций. Эмпирическая база исследования представлена результатами пилотного опроса, в котором принимали участие студенты, обучающиеся на космических направлениях бакалавриата и специалитета.

### **Полученные результаты и их обсуждение**

Согласно результатам исследований [6], проведённым космическим агентством Великобритании, существует необходимость не только привлечения студентов и выпускников школ в эту отрасль, но и удержания уже имеющихся сотрудников. В настоящее время более 50 % работников аэрокосмического сектора покидают своё место в период с года до трёх лет работы на предприятии, так как они недовольны предоставляемыми социальными льготами (иногда их отсутствием) и низким уровнем заработной платы, которая, чаще всего, не отличается от зарплаты других инженерных направлений, не связанных с космической отраслью. Всё это приводит к безынициативности сотрудников и нежеланию оставаться на этом месте.

Что касается студентов, поступивших на космические специальности, то в будущем некоторые теряют интерес к выбранному направлению, потому что начинают беспокоиться о поиске работы после окончания учебы, предполагая отсутствие возможностей трудоустройства из-за недостаточной подготовки и недостатка опыта работы и практики для работы на предприятии космической промышленности. Проведенный пилотный опрос среди студентов, обучающихся на космических направлениях (табл. 1), подтвердил сложившуюся негативную тенденцию.

Таблица 1.

## Результаты исследования мнений обучающихся

Причины отсутствия мотивации к работе на предприятиях космической отрасли	Год обучения по программам специалитета и бакалавриата						Итого, %
	1	2	3	4	5	6	
Низкая заработная плата	-	9,5	19,2	20,0	20,0	20,0	14,8
Неудовлетворительные условия проживания, высокая стоимость	-	19,0	15,4	16,0	13,3	13,3	13,1
Неразвитость социальной инфраструктуры	-	9,5	7,7	8,0	6,7	6,7	6,6
Отсутствие возможностей обучения/стажировки за рубежом	10	4,8	3,8	4,0	-	-	4,1
Отсутствие возможности покупки жилья на льготных условиях и других социальных гарантий работникам космической отрасли	-	14,3	19,2	24,0	20,0	20,0	16,4
Неясность перспектив карьерного роста	5	4,8	3,8	4,0	6,7	13,3	5,7
Я хочу работать в космической отрасли	85	38,1	30,8	24,0	33,3	26,7	39,3
Итого, %	100	100	100	100	100	100	100,0

Составлено по результатам собственного исследования автора.

Около 40 % опрошенных однозначно высказали желание после обучения работать в космической отрасли, 60 % сомневаются в своем дальнейшем профессиональном пути и указали ряд причин: низкая заработная плата (14,8 %), неудовлетворительные условия проживания и высокая стоимость жилья (13,1 %) и отсутствие льгот и социальных гарантий (16,4 %).

В дополнение, многие студенты ссылаются на отсутствие перспектив карьерного роста, а также на то, что специализации слишком «узкие» из-за чего будет трудно перейти в другие инженерные области.

На основании приведенного опроса, можно сделать вывод, что методы, направленные на привлечение и удержание выпускников ВУЗов, играют важную роль в обеспечении кадрового потенциала и инновационного развития аэрокосмической отрасли, как в России, так и за рубежом.

Очевидно, что изучение и анализ зарубежных практик по мотивации, привлечения и удержания молодых кадров в аэрокосмической науке и промышленности, позволит выявить наиболее удачные направления и даст возможность адаптировать их в отечественных условиях (табл. 1) .

Таблица 2.

Опыт применения методов мотивации, привлечения и удержания молодых кадров в аэрокосмической науке и промышленности некоторых стран

Страна	Методы мотивации и привлечения потенциальных сотрудников ракетно-космической отрасли	Методы удержания специалистов на рабочих местах
США	<p>Проведение конкурсов для старшеклассников и выпускников школ, направленных на достижение высоких результатов в будущей профессии и доступ профессионального технического образования. Проекты-победители получают финансирование для их реализации (пример конкурса: «Твое место в космосе» [9]).</p> <p>Создан фонд стипендиальной поддержки технических направлений подготовки, особенно космической отрасли, где некоторые стипендиальные гранты способны покрыть все расходы на обучение и дать возможность на развитие уникальных проектов. Аэрокосмические компании (NASA, SpaceX и др.) в США устанавливают партнерства с университетами и научными центрами для совместной работы над проектами и исследованиями, что обеспечивает студентам доступ к передовым разработкам и уникальным знаниям, а также получить опыт от специалистов, работающих на предприятии космической промышленности. Программы обмена в области космических исследований для привлечения талантливых студентов из-за границы в целях передачи опыта каждой из стран и мотивации американских студентов и выпускников школ работать в космической сфере.</p>	<p>Государственные и частные предприятия аэрокосмической промышленности предлагают высокие заработные платы с момента принятия сотрудника на работу (около 90000\$-150000\$ в год). Каждый сотрудник получает долгосрочные поощрения в виде акций компании (в случае частных предприятий), долгосрочные денежных премий, а также возможности приобрести дополнительные акции со скидкой в рамках плана для сотрудников (случай частных предприятий). Государственные и частные компании предлагают самые выгодные пенсионные планы (пример – 401 (k)). Предприятия обеспечивают своих сотрудников программами помощи в области психического здоровья и самочувствия. Компании предлагают программы гибридного формата работы, гибкого графика и удаленной работы.</p>
Великобритания	<p>В школе тема о космосе, его исследованиях и технологиях является лидирующей среди всех, включенных в учебный план. Повышение культурного</p>	<p>Предприятия аэрокосмической промышленности предлагают высокие заработные платы по сравнению с другими</p>

	<p>интереса к космосу через кинематограф, книги и музыку [11]. Встречи и беседы с представителями ракетно-космической отрасли в школах и университетах. Проведение ежегодных космических школ (Space School UK [12]), которые позволяют студентам и школьникам старших классов полностью погрузиться в среду космических исследований. Активная трансляция важности развития космической индустрии в государственных СМИ.</p>	<p>инженерными направлениями. Поощрения в виде постоянных денежных премий. Доступ к комплексному медицинскому страхованию и страхованию жизни. Программы гибридного формата работы, гибкого графика и удаленной работы. Выгодные пенсионные планы.</p>
Китай	<p>Патриотическое воспитание: стремление достижение «китайской мечты» в области космонавтики. Составленные с космическими компаниями учебные программы для школ и университетов. Грантовая поддержка научных проектов студентов в области космических исследований. Создание фонд стипендиальной поддержки технических направлений подготовки, особенно космической отрасли, где некоторые стипендиальные гранты способны покрыть все расходы на обучение.</p>	<p>Государственные предприятия аэрокосмической промышленности предлагают высокие заработные платы. Выплата ежегодных пособий за научные достижения и работы в конце года. Доступ к комплексному медицинскому страхованию и страхованию жизни. Дополнительные пенсионные выплаты. Полная оплата дороги на работу и жилья.</p>
Япония	<p>Наличие Центра космического образования, целью которого является организация встреч, где студенты и старшеклассники могут ознакомиться с соответствующими учебными материалами и местами прохождения практики. Совместно составленные с космическими компаниями страны образовательные программы и материалы для преподавания в школах и университетах. Создание интернет-платформ, позволяющих студентам отправлять космические проекты для получения оценки и их перспектив для дальнейшей реализации. Проведение открытых и бесплатных мероприятий и мастер-классов от космических компаний.</p>	<p>Заработная плата около JPY 4500000 в год на предприятиях космической промышленности. Полная оплата дороги на работу, жилья, интернета и мобильной связи. Выплата ежегодных пособий за научные достижения и работы в конце года. Предоставление оплачиваемого жилья от государственных и частных компаний аэрокосмической отрасли. Предоставление выходных (суббота и воскресенье), отдых во время национальных праздников Японии и новогодних каникул, ежегодный отпуск (20-30 дней), отпуск по совмещению работы и личной жизни (7 дней).</p>

Европейский Союз	<p>Программы обмена в области космических исследований для привлечения студентов и школьников Европы в целях поиска решений для развития европейского космического сообщества и космических исследований. Фонд стипендиальной поддержки технических направлений подготовки, особенно космической отрасли. Обилие и разнообразие тем о космосе в учебных планах школ. Расширение образовательных программ в университетах по космическим специальностям. Проведение мероприятий, сосредоточенных на включении искусства в дисциплины космического направления в ВУЗах и школах.</p>	<p>Предприятия аэрокосмической промышленности предлагают высокие заработные платы по сравнению с другими инженерными направлениями. Поощрения в виде постоянных денежных премий. В случае перевода из филиала в рамках одного космического агентства (пример, ESA) компания ищет сотруднику жилье, а также возмещает расходы на переезд и дает пособия, связанные с заселением на новое место. Доступ к комплексному медицинскому страхованию и страхованию жизни. Предприятия обеспечивают своих сотрудников программами помощи в области психического здоровья и самочувствия. Широкий спектр удобств и услуг во всех учреждениях космического направления. Программы гибридного формата работы, гибкого графика и удаленной работы. Широкий выбор субсидируемых социальных, культурных и спортивных клубов для сотрудников и членов их семей. Предоставление оплаты курсов повышения квалификации, а также языковых.</p>
------------------	--	---

Составлено автором на основании анализа источников [7], [8], [10], [13], [14], [15].

Как было выявлено, методы привлечения, мотивации и удержания зависят от национальных особенностей страны, желаемых целей в ракетно-космическом секторе и возможностей государства поддерживать сотрудников этой отрасли. Методы удержания специалистов на рабочих местах в большинстве стран похожи и повторяют друг друга. Однако, методы привлечения отличаются и некоторые из них уникальны, но ни в одной из выбранных странах для анализа нет системы профильных аэрокосмических классов в школах, обязательного прохождения практики на космических предприятиях во время обучения в ВУЗе и целевых мест, которые есть в России [16].

Таким образом, представленные зарубежные и отечественные практики являются успешными, но гораздо большего эффекта можно было бы достичь при сотрудничестве представителей стран друг с другом, делясь опытом напрямую и помогая в процессе внедрения этих методов. Анализ конкретного коллектива предприятия аэрокосмического сектора, позволит подобрать подходящий метод мотивации и удержания сотрудников на рабочем месте с учетом региональных и инфраструктурных условий.

### **Список литературы**

1. Аргашокова Оксана Игоревна Специфика мотивации труда на предприятиях ракетно-космической отрасли (на примере КБ Химмаш им. А. М. Исаева) // Вестник НГУЭУ. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-motivatsii-truda-na-predpriyatiyah-raketno-kosmicheskoy-otrasli-na-primere-kb-himmash-im-a-m-isaeva> (дата обращения: 20.02.2024).
2. Балакшина, Е. В. Психологические механизмы формирования профессиональной надежности специалиста на этапе профессионального обучения / Е. В. Балакшина // Психология XXI века: вызовы, поиски, векторы развития: сборник материалов Всероссийского симпозиума психологов с международным участием, Рязань, 09-10 апреля 2020 года. – Рязань: Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, 2020. – С. 655-661. – EDN KWODGD.
3. Антонова, О. Г. Профессиональная мотивация и адаптация студентов технических специальностей (на материалах конкретно-социологических исследований в Республике Татарстан и Республике Казахстан) / О. Г. Антонова, Ю. Р. Хайруллина, Е. В. Щанина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2020. – № 3(55). – С. 61-70. – DOI 10.21685/2072-3016-2020-3-6. – EDN ODFТВА.
4. Ковальчук, Д. М. Теория и практика первичной адаптации как фактор удержания молодых специалистов на предприятиях горнодобывающей отрасли России / Д. М. Ковальчук, М. А. Смагин // Управленческое консультирование. – 2021. – № 5(149). – С. 130-145. – DOI 10.22394/1726-1139-2021-5-130-145. – EDN IFCQLA.
5. Коган, Е. А. Отношение будущих инженеров к работе по специальности: престижность и востребованность профессии / Е. А. Коган, Т. В. Семенова // Перспективы науки и образования. – 2018. – № 2(32). – С. 70-74. – EDN YXOCBE.
6. Space Sector Skills Survey 2023 results / [Электронный ресурс] // Space Skills Alliance: [сайт]. – URL: <https://spaceskills.org/space-sector-skills-survey#summary> (дата обращения: 18.02.2024).
7. AboutNASA / [Электронный ресурс] // NASA: [сайт]. – URL: <https://www.nasa.gov/> (дата обращения: 18.02.2024).
8. Job Search / [Электронный ресурс] // Space X: [сайт]. – URL: <https://www.spacex.com/careers/jobs/> (дата обращения: 18.02.2024).
9. U.S. Department of Education Launches the Your Place in Space Challenge / [Электронный ресурс] // HomeRoom: [сайт]. – URL: <https://blog.ed.gov/2023/03/u-s-department-of-education-launches-the-your-place-in-space-challenge/> (дата обращения: 18.02.2024).
10. Research at UK Space Agency / [Электронный ресурс] // UK Space Agency: [сайт]. – URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/uk-space-agency/about/research> (дата обращения: 18.02.2024).

11. How and why people join the UK space sector / [Электронный ресурс] // Space Skills Alliance: [сайт]. – URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/uk-space-agency/about/research> (дата обращения: 18.02.2024).
12. Our Programme / [Электронный ресурс] // Space School UK: [сайт]. – URL: <http://www.spaceschool.co.uk/#our-programme> (дата обращения: 18.02.2024).
13. China's Space Program: A 2021 Perspective / [Электронный ресурс] // China National Space Administration: [сайт]. – URL: <https://www.cnsa.gov.cn/english/index.html> (дата обращения: 18.02.2024).
14. Japan Aerospace Exploration Agency / [Электронный ресурс] // JAXA: [сайт]. – URL: <https://global.jaxa.jp/> (дата обращения: 18.02.2024).
15. About ESA / [Электронный ресурс] // European Space Agency: [сайт]. – URL: <https://www.esa.int/> (дата обращения: 18.02.2024).
16. Хромова С.А. Проблемы привлечения и удержания высококвалифицированных кадров в аэрокосмическую отрасль / Хромова С.А. [Электронный ресурс] // ГМИК имени К.Э. Циолковского: [сайт]. – URL: <https://readings.gmik.ru/lecture/2017-PROBLEMI-PRIVLECHENIYA-I-UDERZHANIYA-VISOKOKVALIFITSIROVANNIH-KADROV-V-AEROKOSMICHESKUYU-OTRASL> (дата обращения: 18.02.2024).

### **Foreign experience in attracting and retaining specialists in the aerospace industry**

Rychkova A.D.

*Amur State University, 675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe shosse 21*

email: sam\_28\_02@mail.ru

This article examines the problems of attracting and retaining specialists in the aerospace industry, taking into account current trends, as well as factors affecting the influx and retention of qualified personnel. To confirm the identified causes of staff shortages and turnover, a survey was conducted of students studying in the space fields of Amur State University. In addition, the article presents the results of an analysis of modern strategies of foreign companies to attract and motivate specialists who are aimed at ensuring sustainable growth and development of personnel in the rocket and space industry.

*Keywords:* aerospace industry, qualified personnel, international practices, enterprises of the space industry, methods of motivation and employee engagement.

### **References**

1. Argashokova Oksana Igorevna The specifics of labor motivation at enterprises of the rocket and space industry (on the example of the Himmash Design Bureau named after A.M. Isaev) // Bulletin of the NGUEU. 2018. No.3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-motivatsii-truda-na->

predpriyatiyah-raketno-kosmicheskoy-otrasli-na-primere-kb-himmash-im-a-m-isaeva (date of access: 02/20/2024).

2. Balakshina, E. V. Psychological mechanisms of formation of professional reliability of a specialist at the stage of vocational training / E. V. Balakshina // Psychology of the XXI century: challenges, searches, vectors of development: collection of materials of the All-Russian Symposium of psychologists with international participation, Ryazan, April 09-10, 2020. – Ryazan: Academy of Law and Management of the Federal Penitentiary Service, 2020. – pp. 655-661. – EDN KWODGD.
3. Antonova, O. G. Professional motivation and adaptation of students of technical specialties (based on the materials of specific sociological research in the Republic of Tatarstan and the Republic of Kazakhstan) / O. G. Antonova, Y. R. Khairullina, E. V. Shchanina // News of higher educational institutions. The Volga region. Social sciences. – 2020. – № 3(55). – Pp. 61-70. – DOI 10.21685/2072-3016-2020-3-6. – EDN ODFTBA.
4. Kovalchuk, D. M. Theory and practice of primary adaptation as a factor of retaining young specialists at enterprises of the mining industry of Russia / D. M. Kovalchuk, M. A. Smagin // Managerial consulting. – 2021. – № 5(149). – Pp. 130-145. – DOI 10.22394/1726-1139-2021-5-130-145. – EDN IFCQLA.
5. Kogan, E. A. The attitude of future engineers to work in their specialty: prestige and relevance of the profession / E. A. Kogan, T. V. Semenova // Prospects of science and education. – 2018. – № 2(32). – Pp. 70-74. – EDN YXOCBE.
6. Space Sector Skills Survey 2023 results / [Electronic resource] // Space Skills Alliance: [website]. – URL: <https://spaceskills.org/space-sector-skills-survey#summary> (date of access: 02/18/2024).
7. About NASA / [Electronic resource] // NASA: [website]. – URL: <https://www.nasa.gov/> (date of access: 02/18/2024).
8. Job Search / [Electronic resource] // Space X: [website]. – URL: <https://www.spacex.com/careers/jobs/> (date of access: 02/18/2024).
9. U.S. Department of Education Launches the Your Place in Space Challenge / [Electronic resource] // HomeRoom: [website]. – URL: <https://blog.ed.gov/2023/03/u-s-department-of-education-launches-the-your-place-in-space-challenge/> (date of access: 02/18/2024).
10. Research at UK Space Agency / [Electronic resource] // UK Space Agency: [website]. – URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/uk-space-agency/about/research> (date of access: 02/18/2024).
11. How and why people join the UK space sector / [Electronic resource] // Space Skills Alliance: [website]. – URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/uk-space-agency/about/research> (date of access: 02/18/2024).
12. Our Program / [Electronic resource] // Space School UK: [website]. – URL: <http://www.spaceschool.co.uk/#our-programme> (date of access: 02/18/2024).
13. China's Space Program: A 2021 Perspective / [Electronic resource] // China National Space Administration: [website]. – URL: <https://www.cnsa.gov.cn/english/index.html> (date of access: 02/18/2024).
14. Japan Aerospace Exploration Agency / [Electronic resource] // JAXA: [website]. – URL: <https://global.jaxa.jp/> (date of access: 02/18/2024).
15. About ESA / [Electronic resource] // European Space Agency: [website]. – URL: <https://www.esa.int/> (date of access: 02/18/2024).

16. Khromova S.A. Problems of attracting and retaining highly qualified personnel in the aerospace industry / Khromova S.A. [Electronic resource] // GMIK named after K.E. Tsiolkovsky: [website]. – URL: <https://readings.gmik.ru/lecture/2017-PROBLEMI-PRIVLECHENIYA-I-UDERZHANIYA-VISOKOKVALIFITSIROVANNIH-KADROV-V-AEROKOSMICHESKUYU-OTRASL> (date of access: 02/18/2024).

Научное издание

**МОЛОДЁЖНЫЙ ВЕСТНИК НОВОРОССИЙСКОГО ФИЛИАЛА БЕЛГОРОДСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМ. В. Г. ШУХОВА (Молодёжный вестник НФ БГТУ-2024. Т. 4, № 2)**

Сетевое издание

Гл. редактор	Шеманин В. Г.
Отв. редактор	Ульянов А. Г.
Тех. поддержка	Сарычев П. И.
Вёрстка	Ульянов А.Г.

Материалы публикуются в авторской редакции, авторы несут ответственность за достоверность, оригинальность и научно-теоретический уровень публикуемого материала.

Подписано к публикации 08.07.2024 г.

Опубликовано в режиме доступа для зарегистрированных пользователей.

URL:<https://rio-nb-bstu.science/ojs/index.php/vestnik-molod>

Издательство филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» в г. Новороссийске.

353919, г. Новороссийск, Мысхакское шоссе, 75.