

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

---

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Четвертая Всероссийская научная конференция

Молодежная секция

19–20 апреля 2023 г.

Сборник докладов



Санкт-Петербург  
2023

УДК 001(042.3)  
ББК 72я43  
М74

М74 Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: Четвертая Всероссийская научная конференция (СПб., 19–20 апреля 2023 г.). Молодежная секция: сб. докл. СПб.: ГУАП, 2023. 385 с.

ISBN 978-5-8088-1852-1

Сборник содержит доклады студентов – участников Четвертой Всероссийской научной конференции. Представленные материалы отражают весь спектр направлений научных работ, проводимых Институтом фундаментальной подготовки и технологических инноваций ГУАП. Они посвящены актуальным проблемам создания новейшей техники и технологий, конкурентоспособной наукоемкой продукции с учетом экологических норм и требований, а также проблемам управления наукоемкими инновациями.

#### Оргкомитет конференции

Председатель оргкомитета:

В. В. Окрепилов – академик РАН, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

Члены оргкомитета:

Ю. А. Антохина – доктор экономических наук, профессор, ректор ГУАП

А. А. Оводенко – доктор технических наук, профессор, президент ГУАП

Е. А. Фролова – доктор технических наук, доцент, директор Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций

А. О. Смирнов – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и механики

В. Г. Фарафонов – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики

И. И. Коваленко – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физики

ISBN 978-5-8088-1852-1

© Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического  
приборостроения, 2023

УДК 56327

**А. Е. Агафонов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ САЙТА-АГРЕГАТОРА ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Загрязнение воздуха создается газами и частицами, выбрасываемыми в атмосферу в результате различных видов деятельности человека, таких как сельское хозяйство, земледелие и неэффективное сжигание топлива. Когда концентрация этих веществ в воздухе достигает критического уровня, они наносят вред людям, животным, растениям и экосистемам. Вдыхаемые с воздухом частицы загрязняющих веществ диаметром менее 2,5 микрометра (PM<sub>2.5</sub>) могут попадать в легкие и кровеносную систему, вызывая кашель, затрудненное дыхание, обострение астмы, а также приводить к развитию хронических респираторных заболеваний. Частицы размером более 2,5 микрометра могут оседать в дыхательных путях. Воздействие таких частиц может вызывать раздражение глаз и горла, кашель, затруднять дыхание или приводить к обострению астмы. Вдыхание большого количества двуокиси азота повышает риск возникновения респираторных заболеваний. Чаще всего возникают кашель, затрудненное дыхание, а при более продолжительном воздействии появляются более серьезные проблемы, такие как респираторные инфекции. Воздействие диоксида серы может приводить к раздражению горла и глаз, обострению астмы и развитию хронического бронхита. При вдыхании угарного газа в больших количествах могут возникать головные боли, тошнота, головокружение и рвота. Многократное длительное воздействие может вызывать сердечные заболевания [1]. В большинстве крупных городов уровень загрязнения измеряется с помощью специализированных станций. Однако эти измерения не всегда дают актуальные данные. Станции мониторинга работают только в пределах 1–3 км и загружают информацию в течение нескольких часов или суток. В связи с тем, что их количество сильно ограничено и они расположены не во всех районах города, полученные данные о распределении загрязнений очень неточны. Кроме того, через несколько часов информация может быть уже устаревшей. На данный момент не существует единой базы данных, куда бы загружалась вся информация о состоянии воздуха [2]. В связи с этим возникает необходимость создания сайта-агрегатора, где собираются сведения о качестве воздуха из различных источников.

Сайт-агрегатор – это сайт, специализирующийся на сборе и сортировке информации, связанной с конкретными предложениями (каких-либо товаров, услуг). Сайт-агрегатор может также использоваться для сбора информации другого рода, например, в рассматриваемом случае – информации о состоянии окружающей среды [3]. Задача рассматриваемого сайта-агрегатора состоит в том, чтобы собрать в удобном интерфейсе, гибко настраиваемом под пользователя, статистические данные от уже развернутых и функционирующих систем мониторинга во владении других компаний. Пользователи по подписке будут получать визуализацию экологической обстановки на карте в реальном времени, статистику по содержанию интересующих их загрязнителей в воздухе конкретной локации за выбранный период и прогноз изменения выбранных ими при оплате показателей. Кроме того, предлагается интерпретировать данные в максимально понятный неспециалисту вид, а также дополнять их объяснениями методики оценки качества воздуха, влияния загрязнения на организм человека и т. п. Это будет выгодно отличать сервис от конкурентов. Механизм работы сайта предполагает покупку данных у предприятий, занимающихся экологическим мониторингом на территории РФ, сбор статистики, далее будет рассчитываться модель, позволяющая визуализировать на карте и прогнозировать экологическую обстановку. Технология сбора и анализа таких данных уже существует [4], однако ранее не применялась при публикации обработанной информации в сети Интернет в реальном времени. В качестве поставщиков исходных данных рассматриваются Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [5], компания IQAir [6], сервисы Nebo. live [2], Яндекс Погода [7]. Росгидромет обладает исчерпывающими данными по метеорологической обстановке, необходимыми для прогнозирования уровня загрязнения атмосферы.

сферного воздуха. IQAir обладает широкой сетью датчиков качества воздуха по всему миру. Nebo.live имеет датчики качества воздуха в различных городах РФ. Яндекс Погода обладает данными для аллергиков по распространению пыльцы в период цветения. Целевой аудиторией рассматриваются жители городов с неблагоприятной экологической обстановкой, а мобильное приложение может быть полезно для путешественников. В плане каналов продвижения рассматривается перспектива покупки рекламы в социальных сетях и мессенджерах. Наиболее эффективным считается размещение объявлений в новостных сообществах городов с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, таких как: Норильск, Череповец, Асбест, Липецк, Новокузнецк, Челябинск, Красноярск.

Страдаете ли Вы от загрязнённого воздуха, пыли, пыльцы?

12 ответов

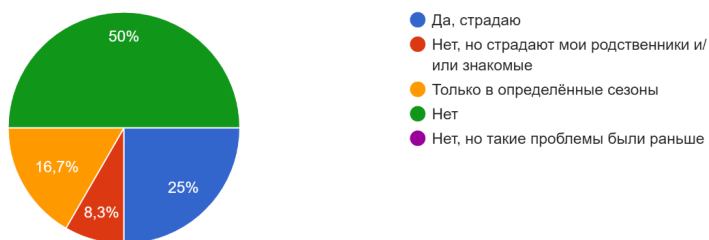


Рис. 1. Анализ мнений о воздействии загрязненного воздуха на население по результатам проведенных проблемных интервью

В ходе проведения проблемных интервью были сделаны выводы о том, что от загрязненного воздуха страдает менее половины опрошенных (рис. 1), проблемой неблагоприятной экологической обстановки интересуется каждый второй – четвертый опрошенный городской житель (рис. 2). С режимом неблагоприятных метеорологических условий из них сталкиваются немногие.

Беспокоит ли Вас загрязнение водоёмов в районе, где Вы проживаете или где расположена Ваша дача?

12 ответов

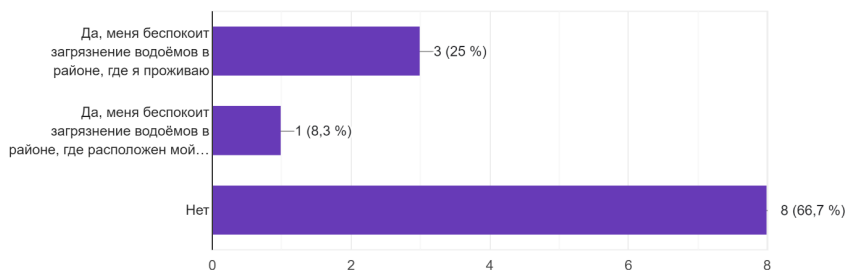


Рис. 2. Анализ мнений о загрязнении водных объектов по результатам проведенных проблемных интервью

Удобным каналом для получения информации считают Telegram. Опрашиваемые хотели бы иметь актуальные данные о качестве воздуха в понятном неспециалисту виде. Для проведения опроса в качестве инструмента использовался сервис Google Формы.

При разработке сайта-агрегатора был произведен расчет unit-экономики (табл. 1). Предполагалось, что клиент оплачивает подписку стоимостью 100 рублей в течение 6 месяцев. Расценка на подачу рекламы была получена по информации сайта Telega. in [8] и сервиса Яндекс Директ [9]. Таким образом, прибыль за одну рекламу в зависимости от канала продаж варьируется от 2900 до 14 400 рублей, а прибыль с одного клиента может достигать до 316,67 руб.

Таблица 1

**Расчеты unit-экономики**

Название канала продаж			Реклама в Яндекс	Реклама в Telegram	Реклама в социальных сетях
Users or Lead Acquisition	Поток пользователей	Чел.	3 000	10 000	7 000
Buyers	Платящие клиенты	Чел.	30	100	70
Conversion	Конверсия в [первую] покупку	%	1,0000 %	1,0000 %	1,0000 %
Average Price	Средний чек	Руб.	110,00	80,00	130,00
Average Payment Count	Среднее количество платежей от одного клиента	шт.	4	3	1
Average revenue per user (ARPU)	Средний доход с привлеченного пользователя	Руб.	4,4	2,4	1,3
Average Revenue Per Paying User (ARPPU) / Lifetime Value (LTV)	<b>Средний доход с платящего клиента</b>	Руб.	<b>440,00</b>	<b>240,00</b>	<b>130,00</b>
Revenue	Платежи от клиентов	Руб.	13 200,00	24 000,00	9 100,00
Acquisition Costs	Затраты на рекламу в канале	Руб.	1 000,00	1 600,00	2 000,00
Cost per lead (CPL)	Стоимость привлечения одного пользователя	Руб.	<b>0,33</b>	<b>0,16</b>	<b>0,29</b>
Customer Acquisition Cost (CAC)	<b>Стоимость привлечения одного платящего клиента</b>	Руб.	<b>33,33</b>	<b>16,00</b>	<b>28,57</b>
COGS (first sale)	Издержки на первой продаже	Руб.	50,00	50,00	50,00
COGS (each sale)	Издержки на каждую продажу	Руб.	10,00	10,00	10,00
Total profit	Прибыль с канала продаж	Руб.	9 500,00	14 400,00	2 900,00
Profit per user (=ARPPU – CAC – COGS)	<b>Прибыль с одного клиента</b>	Руб.	<b>316,67</b>	<b>144,00</b>	<b>41,43</b>

Предполагается выйти на потолок в 14 000 (рис. 3) продаж при десятипроцентном месячном приросте. Как показала финансовая модель (рис. 4), к концу первого года будет получена положительная операционная прибыль, а к концу второго года возможно будет выйти в плюс по накопленному денежному потоку. При первоначальных инвестициях 1 500 000 станет возможным начало работы, а полный объем необходимых инвестиций составит от 6 до 10 миллионов. Через два года инвесторы смогут получить дивиденды.

## МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

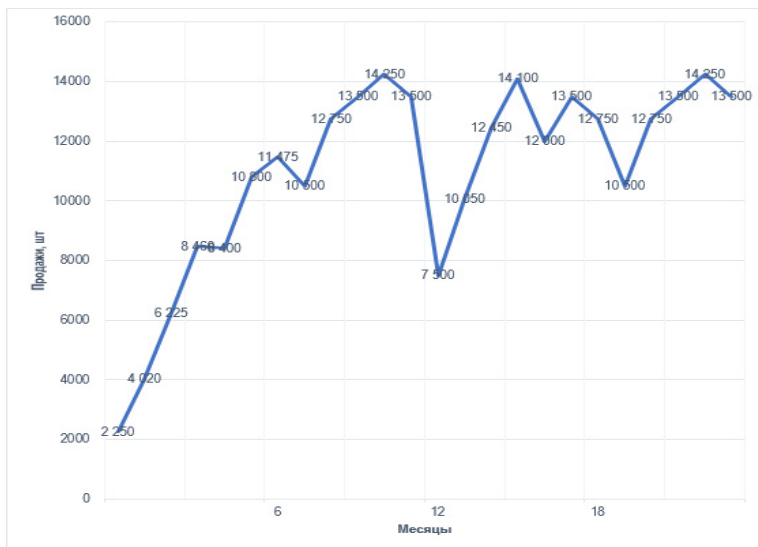


Рис. 3. Количество продаж по месяцам за два года работы

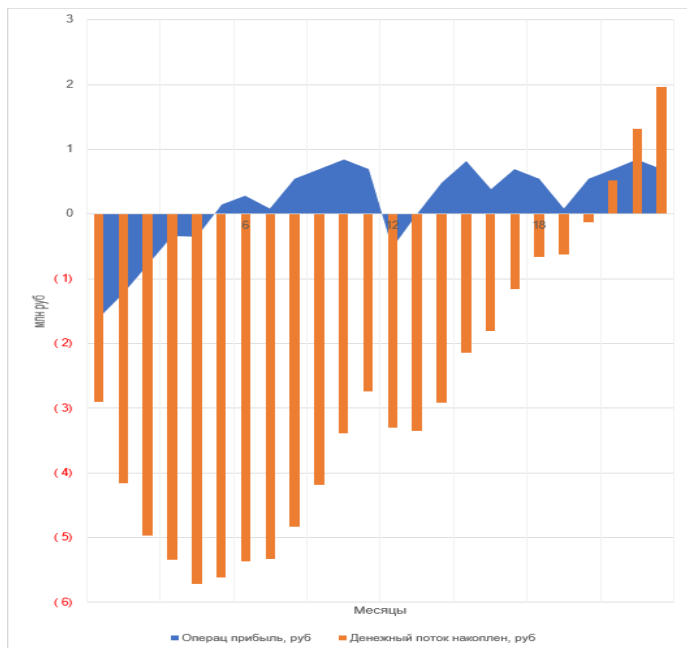


Рис. 4. График операционной прибыли и накопленного денежного потока за два года работы

Таким образом, можно сделать вывод о востребованности сайта-агрегатора данных по экологической обстановке. Статистика подтверждает, что загрязнение атмосферного воздуха является актуальной проблемой, а проблемные интервью показывают, что информация о нем будет востребована среди городских жителей. Особенно высоким спросом информация об источниках и уровне загрязнения будет пользоваться среди жителей мегаполисов и промышленных центров. Расчеты unit-экономики позволили определить минимальные ценники для клиентов (при условии модели монетизации по подписке). Путем построения финансовой модели были выявлены сроки окупаемости проекта.

#### Список источников

1. Ежедневный прогноз погоды для областей, стран и глобальный прогноз | AccuWeather. URL: <https://www.accuweather.com/> (дата обращения: 26.03.2023).
2. Nebo System. URL: <https://air.nebo.live/> (дата обращения: 26.03.2023).
3. Поисковое продвижение сайтов. URL: <http://seotuition.ru/Поисковоепродвижение/ОбучениеSEO/Сайтагрегатор.aspx> (дата обращения: 26.03.2023).
4. Патент РФ № 2466434, МПК G01W1/00. Система экологического мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы промышленного региона.
5. Сайт федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/> (дата обращения: 26.03.2023).
6. IQAir | First in Air Quality. URL: <https://www.iqair.com/> (дата обращения: 26.03.2023).
7. Яндекс Погода. URL: <https://yandex.ru/pogoda/> (дата обращения: 26.03.2023).
8. Telega. In – платформа интеграции в telegram каналах. URL: <https://telega.in/> (дата обращения: 26.03.2023).
9. Яндекс Директ – контекстная реклама на Яндексe. URL: <https://direct.yandex.ru/> (дата обращения: 26.03.2023).

УДК 343.721

**В. М. Азиева**

студентка кафедры электромеханики и робототехники

**О. К. Пучкова**

старший преподаватель – научный руководитель

## ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ КРИМИНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА

### Введение

Чрезвычайные ситуации криминального характера тесно связаны с социально-политическим состоянием общества. Росту правонарушений способствует нестабильность общественно-политической жизни, экономический спад, снижением уровня жизни, падение уровня культуры, духовное обнищание и многое другое.

Защита от криминальных посягательств на человека и его имущество относится к важным разделам обеспечения безопасности жизнедеятельности. Анализ чрезвычайных ситуаций криминального характера показывает, что люди довольно часто страдают не из-за каких-то фатальных обстоятельств по собственной неосторожности, легкомыслию или нежеланию предвидеть последствия своих необдуманных действий. В связи с этим, каждому человеку необходимо уметь оценивать риски возникновения угрозы и знать, как правильно действовать в условиях возникшей ситуации.

Наиболее сложная криминальная ситуация складывается в городах. Человек должен уметь определять опасные зоны в местах, где он живет. Учитывая сложную криминальную ситуацию, каждый человек должен уметь защитить себя в ситуациях, связанных насилием. Криминальные действия обычно связаны с хищением имущества и угрозами здоровью и жизни одного или нескольких человек. Они порождены причинами личного или социально-экономического характера, длятся ограниченное время и сопровождаются попытками скрыть разного рода улики.

Жертвами чрезвычайных ситуаций криминального характера могут стать абсолютно все категории людей, вне зависимости от пола и возраста. В первую очередь в таких обстоятельствах страдают люди, которые поддаются панике и по неосторожности или незнанию принимают неправильные решения, чем подвергают свою жизнь и здоровье опасности.

Криминальной ситуацией называют систему сложившихся условий и обстоятельств, в которых реализуется преступный замысел субъекта. В условиях криминальной ситуации преступник совершает действия, непосредственно направленные на достижение преступного результата. В повседневной жизни чаще всего могут возникнуть криминальные ситуации, связанные с ограблением, мошенничеством, нападением, насилием и похищением, а также с посягательством на здоровье и жизнь человека.

Подверженность конкретного человека стать жертвой преступления характеризуется понятием виктимогенности<sup>1</sup>, что характеризуется присутствием у человека определенных черт, социального типа поведения и др., под воздействием которых он может стать жертвой определенного типа преступных посягательств.

Определенные социальные группы могут характеризоваться повышенной виктимогенностью. В таких преступлениях как мошенничество, обман, истязания жертвой, как правило, становятся женщины и пожилые люди. В случаях совершения убийств и нанесения тяжких телесных повреждений больший процент жертв составляют мужчины [2].

В табл. 1 приведена зависимость возраста потерпевших и вероятность стать жертвой преступления [2].

Особо следует отметить препятствующее поведение, то есть ситуации, в которых потенциальный или реальный потерпевший принимает меры для предотвращения или пресечения общественно опасного посягательства. К препятствующему поведению относятся специальные меры предосторож-

<sup>1</sup> Виктимогенность – присутствие в процессе социализации объективных негативных обстоятельств, черт, характеристик, опасностей, под воздействием которых человек может стать их жертвой.



ности (охранная сигнализация), активное сопротивление (физическое сопротивление, неповиновение незаконным требованиям) или пассивное сопротивление (спасение бегством).

Таблица 1

**Вид чрезвычайной ситуации криминального характера**

Возраст					
	Разбой	Вымогательство из корысти	Грабеж	Убийство	Бандитизм
До 18 лет	7.0	4.0	8.0	-	-
18–30 лет	16.2	11.7	24.5	23.6	19.8
31–40 лет	32.3	29.2	36.4	28.1	23.9
Свыше 50 лет	10.0	20.1	9.0	27.8	29.9

По многим исследованиям [2], [4] противодействие преступнику оказывают только 25 % потерпевших, ¾ потерпевших уходят в пассивное сопротивление.

**Виды чрезвычайных ситуаций криминального характера и защита от них**

Различают несколько основных видов чрезвычайных ситуаций криминального характера [1], [3], [4]:

*1. Преступления против собственности*

*1.1. Кража*

Кражей называется тайное хищение чужого имущества. Чтобы уберечь себя от краж, следует быть особенно внимательным в местах большого скопления людей, а лучше их избегать. Следует разделить имеющиеся крупные суммы денег и не держать их в одном месте. Никогда не считайте деньги на виду у всех и не показывайте их. Не держите деньги в карманах верхней одежды, в задних карманах брюк; не носите сумочку с ремнем через плечо (ее легко открыть или разрезать), разумнее повесить такую сумочку впереди, чтобы ее можно было видеть. Носите сумку, прижатой к телу и помните: если кто-то выхватывает ее у вас – отдавайте, не раздумывая. Кошелке и ключи кладите во внутренние застегнутые карманы.

*1.2. Мошенничество*

Мошенничество – это хищение чужого имущества или приобретение права на чужое имущество путем обмана или злоупотребления доверием (ст. 159 УК РФ) и является одним из распространенных преступлений против собственности.

Мошенничество сегодня наиболее популярный способ вымогания денежных средств, за счет доверия граждан. Виды мошенничества подразделяют на вербальный и невербальный обман, а также злоупотреблением доверием.

При вербальном обмане используются только слова, чтобы войти в доверие к человеку. Ярким примером вербального обмана являются телефонные мошенники, поэтому не стоит доверять людям, которые представляются сотрудниками банков, нельзя сообщать им свои личные данные и пароли.

Невербальный обман – это использование фирменного обмундирования, знаков отличия, например, в такой ситуации мошенники могут представлять сотрудниками полиции.

Злоупотребление доверием является обманом, с тем условием, что обманутый знал мошенника заранее. При такого рода обмане используется доверительное отношение во вред собственника имущества, что приводит к хищению имущества у собственника.

Чтобы не стать жертвой обмана, следует помнить, что мошенники, используя различные приемы психологического воздействия, опираются на человеческие слабости – жадность, азарт, неосмотрительность, нетерпение и пр.

Поэтому:

- никогда не рассчитывайте на получение больших денег или услуг просто так, ни за что;
- взвешивайте свои поступки, не принимайте поспешных решений;

- постарайтесь отложить принятие решений, тем более передачу денег; узнайте у специалистов, которым доверяете, о правомерности сделки, ее документальном оформлении;
- старайтесь не допустить на вас психологического воздействия.

#### *Наиболее популярные схемы мошенничества в социальных сетях*

Сейчас в социальных сетях стали популярны Интернет-магазины. Чаще всего они работают по системе предоплаты. Например, выбираешь понравившийся товар, договариваешься с продавцом, многие из них работают по системе предоплаты, а значит ты заранее переводишь от 10 до 100 % стоимости товара, а оставшуюся часть оплачиваешь при получении. После этого мошенники не выходят на связь, а еще через какое-то время Интернет-магазин перестает существовать. Чтобы в такой схеме не стать жертвой мошенников, нужно внимательно читать отзывы о данном магазине. Но также обманутыми могут быть и продавцы этих магазинов. Покупатель отправляет фальшивый чек об оплате, а продавец, не заметив этого, отправляет товар почтой, и получается, что недобросовестный покупатель получает товар бесплатно.

Часто с мошенниками можно столкнуться при планировании отдыха, будь то отпуск или поход на концерт или музей. Например, вы находите информацию об отеле в Интернете, бронируете его, переводите деньги. Но когда приезжаете в отель во время отпуска, то можете обнаружить, что на вас не забронировано место, либо отеля вовсе не существует. Поэтому бронировать отель стоит только на проверенных сайтах либо по телефону через официальный сайт отеля, и стараться оплачивать только по факту заселения. Также будьте осторожны при покупке билетов с рук. Если и покупаете билет с рук, то берите физический билет, потому что билет, с помощью которого можно попасть на мероприятие по штрихкоду, могут продать несколько раз разным людям, но пройти сможет только один, тот, что зайдет первым.

Сейчас в мире стали популярны блогеры, людям интересно следить за их жизнью, и не редко блогеры становятся кумирами людей. И из-за их популярности к ним не редко обращаются производители товаров с просьбой прорекламировать их товар. Блогеры, соглашаясь на рекламу, обязаны рассказать о товаре только хорошее, и люди, которые смотрят эти блоги, начинают скупать этот товар. И, вполне вероятно, что товар может оказаться не таким уж хорошим, как о нем говорят блогеры. Чтобы предотвратить это, перед покупкой необходимо читать отзывы других покупателей об этом товаре.

#### *2. Посягательство на жизнь и здоровье человека*

##### *2.1. Нападение на улице*

При нападении на улице необходимо придерживаться двух основных правил:

- убегайте, если есть такая возможность;
- отбивайтесь, если не можете убежать.

Лучше всего вовремя убежать. Можно крикнуть, постучаться в ближайшую дверь. Защищаться лучше всего каким-нибудь предметом, удары нужно наносить без предупреждения, решительно и изо всей силы. Будьте готовы повторить атаку, если первого удара оказалось недостаточно. Кричите изо всех сил и продолжайте драться, пока нападавший на вас человек не упадет или у вас не появится возможность убежать.

#### *Меры предосторожности*

Не стремитесь выбрать кратчайшую дорогу домой, избегайте малолюдных и плохо освещенных пространств, переходов, пустынных скверов, держитесь подальше от стен домов, подворотен, поближе к краю тротуара. Идите с уверенным видом. На всякий случай держите в руках зонт или фонарь. Правильнее идти по улице навстречу движению – так вы не подвергнетесь внезапному нападению из машины. Если вам угрожают из притормозившей рядом машины, громко кричите и бегите в сторону, противоположную машине. Не принимайте предложения подвезти от незнакомых водителей. Сумку с деньгами лучше держать в левой руке или на левом плече, чтобы поравнявшийся с вами злоумышленник не мог ее выхватить и скрыться. Ключи храните в кармане, а не в сумке – тогда на случай ее похищения вы сможете попасть домой, тем более если там были документы, по которым вор может узнать ваш адрес.

Находясь на улице в ночное время, никогда не пользуйтесь наушниками, иначе вы не сможете услышать приближающиеся шаги потенциального преступника.

## 2.2. Приставание пьяного

Если вы часто пользуетесь пригородными электричками, особенно в вечерние часы, старайтесь не садиться в вагон, где почти нет людей или едет шумная компания.

Не обращайте внимания на пьяного, и, насколько возможно, старайтесь не привлекать внимания к себе. В поезде лучше перейдите в другой вагон, прежде чем он приблизится, а на улице – перейдите на другую сторону.

Если пьяный пытается задержать вас разговором, скажите что-нибудь краткое и дружелюбное, например, «привет» – и скорее уходите. Разговаривайте ровным тоном, стараясь не показывать, что он вам неприятен или что вы его боитесь – это может его разозлить.

## 2.3. Изнасилование

Изнасилование – это преступление, от которого страдают преимущественно женщины. Чтобы избежать насилия, следует соблюдать определенные меры предосторожности.

Старайтесь избегать ситуаций, которые могут закончиться насилием: не возвращайтесь домой поздно, не вступайте в разговор с незнакомыми мужчинами, не садитесь в машину, если предлагают подвезти, и т. д.

На всякий случай приобретите газовый баллончик. Если приходится возвращаться домой поздно вечером, держите баллончик в руке или кармане, поскольку из сумочки его быстро не достанешь.

Если вы заметили, что за вами идет подозрительный человек, зайдите в любое общественное заведение, позвоните родным или знакомым, чтобы они вас встретили.

Открывайте входную дверь только хорошо знакомым людям, и когда вы уверены, что вам это ничем не грозит.

## 2.4. Нападение в автомобиле

Любая остановка в пути, чтобы подобрать случайного пассажира, чревата определенным риском: нельзя поручиться, что человек, голосующий у дороги, попав в салон вашего автомобиля, не схватит вас за горло и не попросит «уступить ему на время» ваше транспортное средство.

Если пассажир обнаружил дурные намерения, попробуйте придерживаться следующих советов:

- при угрозе оружием, делайте все, что он требует;
- не вздумайте драться с ним одной рукой, другой рукой придерживая руль;
- пытайтесь воспользоваться любым удобным случаем, чтобы освободиться от присутствия агрессивного попутчика: например, закричите, пытаясь привлечь к себе внимание, когда будете проезжать мимо людных мест, или остановитесь на людном перекрестке, сделав вид, что заглох мотор, – раздраженные водители тут же начнут сигналить, и пассажир, возможно, покинет автомобиль, не желая привлекать к себе внимание;

- можно умышленно нарушить правила дорожного движения, проезжая мимо патрульной машины или поста ГИБДД, и вас остановят.

## 2.5. Опасность во время ночной остановки

Никогда не берите попутчиков, голосующих в темное время суток.

Увидев возможную аварию и просящего остановиться человека, закройте все двери автомобиля.

Сбросьте скорость, перейдите на низшую передачу, при этом будьте готовы в любой момент поехать быстрее. Включив дальний свет, осмотрите место возможной аварии. Остановитесь, не выключайте мотор и не выходите из машины, пока не убедитесь, что это действительно авария. При малейшем подозрении, что авария подстроена, немедленно уезжайте и как можно быстрее обратитесь в полицию.

## Выводы

Существует множество различных криминальных опасностей, и знание способов их предупреждения являются необходимыми в современном обществе.

Действия преступника часто зависят не только от его личных особенностей и стремлений, но и от поведения потерпевшего. Защита от криминальных опасностей заключается, в том числе в профилактике действий, направленных на предотвращение этих опасностей и снижения ущерба от них. При этом необходимо всегда помнить, что ни одна материальная ценность не стоит человеческой жизни.

Основные правила безопасного поведения необходимо прививать с детского возраста. Их можно определить законом пяти «НЕ»:

никогда НЕ разговаривай с незнакомцами;  
никогда НЕ садись в машину к незнакомцу;  
никогда НЕ задерживайся по дороге домой;  
никогда НЕ гуляй с наступлением темноты;  
никогда НЕ заходи в подъезд или лифт, если там незнакомый человек.

При покупках в Интернете стоит внимательно проверять информацию о магазине, ведь Интернет-магазины мошенников, обычно существуют не больше месяца, а проверить это можно по датам публикации их постов.

#### Список источников

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин, А. Л. Михайлов и др. СПб.: Ритер, 2005. 302 с.
2. Криминологическая характеристика современных грабежей и разбоев и меры их предупреждения: автореферат дисс. ... канд. юридических наук: 12.00.2008 / Рост. юрид. ин-т МВД РФ. Ростов-на-Дону, 2003. 32 с.
3. Электронная энциклопедия. URL: [//http://fil. vslovar.org.ru/1023.html](http://fil.vslovar.org.ru/1023.html) (дата обращения: 17.05.2023).
4. Эмельянов В. М., Коханов В. Н., Некрасов П. А. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для высшей школы / Под ред. В. В. Тарасова. 2-е изд. М.: Академический проспект: Трикса, 2004. 480 с.
5. Касторский В. С., Мозин В. А. Опыт преподавания темы «Чрезвычайные ситуации криминального характера в курсе «Безопасность жизнедеятельности» // Материалы Всероссийской научно-практической конференции 15–16 июня 2000 г. СПб.: Академия театрального искусства, 2000. С. 36.

УДК 004.89

**Д. А. Баканова**

студентка кафедры высшей математики и механики

**Л. П. Вершинина**

доктор технических наук, доцент – научный руководитель

### ФОРМАЛИЗАЦИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗ ЗНАНИЙ

Трудно представить современный мир без интеллектуальных систем (ИС), ведь они касаются любой сферы интеллектуальной деятельности человека. Направление искусственного интеллекта (ИИ) является одним из ведущих и быстроразвивающимся, которое в настоящее время вызывает наибольший интерес у исследователей и практиков.

Наибольшие трудности в разработке ИС вызывает сегодня не процесс машинной реализации систем, а домашний этап анализа знаний и проектирования базы знаний. Этим занимается специальная наука – инженерия знаний. Поэтому является актуальной тема представления знаний в интеллектуальных системах, так как в основе систем баз знаний лежат принципы работы человеческого интеллекта.

При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос – что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, обрабатываемых ЭВМ. Можно предложить несколько рабочих определений, в рамках которых это становится очевидным.

Данные – это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства [1].

Знания же основаны на данных, полученных эмпирическим путем. Знания – это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Также знаниями могут называться хорошо структурированные данные, или данные о данных, или метаданные [1].

При обработке на ЭВМ знания трансформируются аналогично данным, условно проходя следующие этапы [1]:

1. знания в памяти человека как результат мышления;
2. материальные носители знаний (учебники, методические пособия);
3. поле знаний – условное описание основных объектов предметной области, их атрибутов и закономерностей, их связывающих;
4. знания, описанные на языках представления знаний (продукционные языки, семантические сети, фреймы и т. д.);
5. база знаний на машинных носителях информации.

База знаний (БЗ, англ. Knowledge base, KB) – основа любой интеллектуальной системы, где знания описаны на некотором языке представления знаний, приближенном к естественному. Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, то есть знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному языку и понятных неспециалистам [2].

Также под базами знаний понимают совокупность фактов и правил вывода, допускающих логический вывод и осмысленную обработку информации. В языке Пролог базы знаний описываются в форме конкретных фактов и правил логического вывода над базами данных и процедурами обработки информации, представляющих сведения и знания о людях, предметах, фактах событиях и процессах в логической форме.

Раздел искусственного интеллекта, изучающий базы знаний и методы работы со знаниями, называется инженерией знаний. Ключевым аспектом в БЗ является поле знаний, которое представляет собой все извлеченные инженером знания о предметной области для проектирования системы, базирующейся на знаниях. Чаще всего такой системой является экспертная система.

Поле знаний – это условное неформальное описание основных понятий и взаимосвязей между понятиями предметной области, выявленных из системы знаний эксперта, в виде графа, диаграммы, таблицы или текста [1].

Экспертная система (ЭС) – это интеллектуальная система, назначение которой частично или полностью заменить эксперта в той или иной предметной области [3].

Для формирования поля знаний необходимо сначала извлечь знания путем общения с экспертом и изучению сопутствующей литературы, а затем структурировать полученные знания в виде графа, таблицы, диаграммы или текста, который будет отражать основные концепции и взаимосвязи между понятиями предметной области. Структурирование знаний представляет собой поле знаний.

Следующим этапом проектирования системы, базирующейся на знаниях, является формализация знаний. Этот этап позволяет реализовать прототип системы на следующей стадии программной реализации. Формализация представляет собой разработку базы знаний на языке представления знаний, который соответствует структуре поля знаний.

На этапе формализации определяются состав средств (выбор языка представления знаний) и способ представления знаний, то есть выбор модели представления знаний, в соответствии с которой хранятся знания в БЗ [4].

Выделяют следующие основные универсальные модели представления знаний:

- продукционные модели;
- семантические сети;
- фреймы;
- формальные логические модели.

### **Продукционные модели**

Продукционная модель, или модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа «если (условие), то (действие)», где условие – это образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний; действие – действия или операторы, выполняемые при успешном исходе поиска [3].

Пример продукции:

IF лето=жаркое AND осадков=мало THEN урожай=плохой

Продукционная модель чаще всего применяется в промышленных экспертных системах. Она привлекает разработчиков своей наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода. Но при существенном росте объема системы ее эффективность падает.

### **Семантические сети**

Семантическая сеть – это ориентированный граф, вершины которого – понятия, дуги – отношения между ними [1]. Характерной особенностью семантической сети является наличие трех типов отношений:

- класс – подкласс;
- свойство – значение;
- пример элемента класса.

По количеству типов отношений выделяют однородные и неоднородные семантические сети. Однородные имеют один тип отношения между всеми понятиями, следовательно, неоднородные имеют множество типов отношений.

Наиболее часто в семантических сетях используются следующие типы отношений:

- связи типа «часть – целое»;
- функциональные (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет» ...);
- количественные;
- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение);
- логические (И, ИЛИ, НЕ);
- лингвистические и др.

Пример семантической сети приведен на рис. 1:

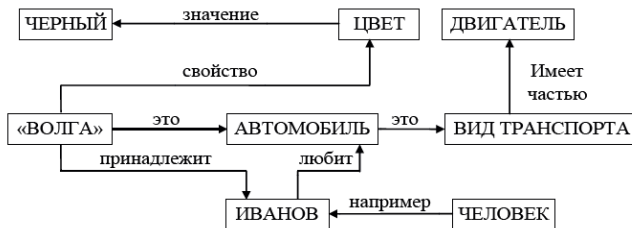


Рис. 1. Семантическая сеть

Проблема поиска решения в базе знаний типа семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего некоторой подсети, отражающей поставленный запрос к базе.

### Фреймы

В основе фреймовой модели лежит фрейм. Фрейм – это образ, рамка, шаблон, который описывает объект предметной области с помощью слотов. Слот – это атрибут объекта. Слот имеет имя, значение, тип хранимых данных, демон. Демон – процедура, автоматически выполняющаяся при определенных условиях. Имя фрейма должно быть уникальным в пределах одной фреймовой модели. Имя слота должно быть уникальным в пределах одного фрейма. Слот может хранить другой фрейм, тогда фреймовая модель вырождается в сеть фреймов (рис. 2).

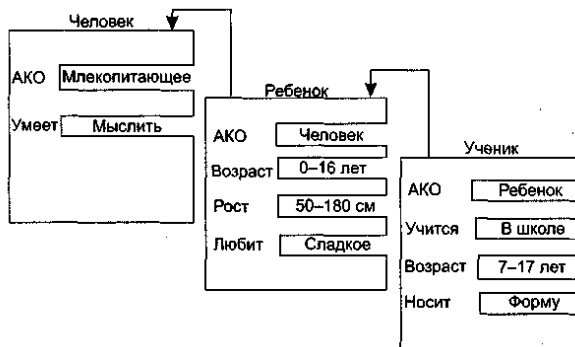


Рис. 2. Слот

Основным преимуществом фреймов является то, что модель отражает концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность [1], [5].

### Формальные логические модели

В основе формальной логической МПЗ лежит предикат первого порядка. Подразумевается, что существует конечное, не пустое множество объектов предметной области. На этом множестве с помощью функций интерпретаторов установлены связи между объектами. На основе этих связей строятся все закономерности и правила предметной области. Важное замечание: если представление предметной области неправильное, то есть связи между объектами настроены неверно или не в полной мере, то правильная работоспособность системы будет под угрозой.

Пример:

A1=<идет дождь> A2=<небо в тучах> A3=<солнечно>; IF A1 AND A2 THEN <взять зонтик>

Стоит заметить, что формальная логическая МПЗ схожа с продукционной. Частично это так, но они имеют огромную разницу. Разница состоит в том, что в продукционной МПЗ не определены никакие связи между хранимыми объектами предметной области [5].

Эффективным решением являются смешанные представления, где формальные логические модели применяются в сочетании с другими моделями представления знаний.

### **Выводы**

Базы знаний – это мощные инструменты для обмена знаниями и управления ими, и их успех во многом зависит от способности структурировать и формализовать данные. Благодаря использованию онтологий, базы знаний могут быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить легкий поиск информации и повысить точность и скорость принятия решений. Благодаря тщательному и стратегическому использованию методов формализации и структурирования, базы знаний могут быть разработаны в соответствии с потребностями любой организации.

### **Список источников**

1. *Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем: учебник. М.: Питер, 2000. 382 с.
2. *Остроух А. В.* Интеллектуальные системы: учеб. пособие. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. 110 с.
3. *Морозова В. А., Паутов В. И.* Представление знаний в экспертных системах: учеб. пособие. Екатеринбург: Уральского университета, 2017. 124 с.
4. *Сутягин И. В.* Методы формализации экспертных знаний для наполнения базы знаний // Молодой ученый. 2012. URL: <https://moluch.ru/archive/36/4074/> (дата обращения: 12.03.2023).
5. Представление знаний в интеллектуальных системах // Хабр. 8 января 2018. URL: <https://habr.com/ru/post/346236/> (дата обращения: 12.03.2023).



УДК 004.415.53

**В. М. Баницкий**

студент кафедры прикладной математики

**М. В. Соколовская**

старший преподаватель – научный руководитель

## ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ

### Введение

В век компьютеров невозможно представить себе обучение в школе или вузе без достойной онлайн-платформы, способной помогать в учебе как очной, так и дистанционной. Особенно хорошо это подтвердила самоизоляция, начавшаяся из-за вируса COVID-19 с началом 2020 года, заставившая многих людей перейти на удаленную работу и учебу. На такой случай общество должно иметь качественные и удобные механизмы дистанционного обучения.

### Материалы и методы

Для того чтобы онлайн-платформы были действительно качественными и удобными, они должны хорошо протестироваться [1], [2].

При тестировании использовалась операционная система Windows 10, Yandex-браузер и антивирус Kaspersky Internet Security.

Начинать тестирование любого сайта нужно с его внешнего вида. Для этого зайдём на сайт, который мы тестируем. Для примера взят сайт: <https://edunavi.online/> (рис. 1) [3], [4].

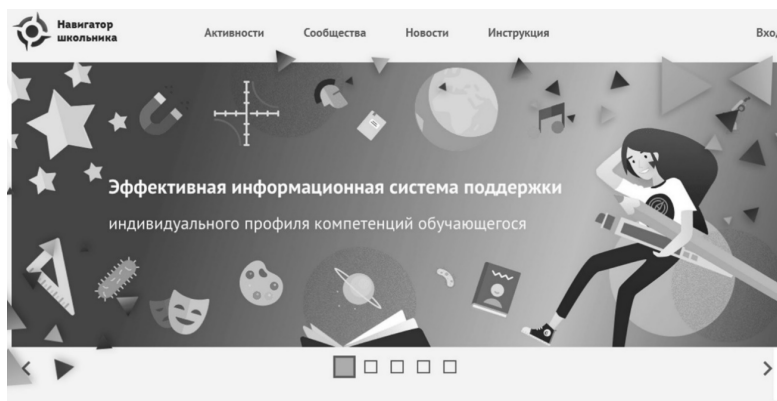


Рис. 1. Главная страница сайта «Образовательный навигатор»

Интерфейс сайта выглядит неплохо.

Безопасный сайт не должен вызывать срабатывание антивируса при переходах между кнопками на сайте. Рассматриваемый сайт эту проверку не прошел (рис. 2).

Если на сайте предусмотрены фильтры для поиска информации, они должны корректно отображать то, что выбрано пользователем. Например, если пользователь ищет событие по ключевому слову и городу, то должны отображаться все события как будущие, так и прошедшие. А при установке параметра «Только прошедшие» должны отображаться уже завершившиеся события. На рассматриваемом сайте при установке такого параметра отображается прошедшее событие, которое не показывалось до установки параметра «Только прошедшие» (рис. 3, 4).

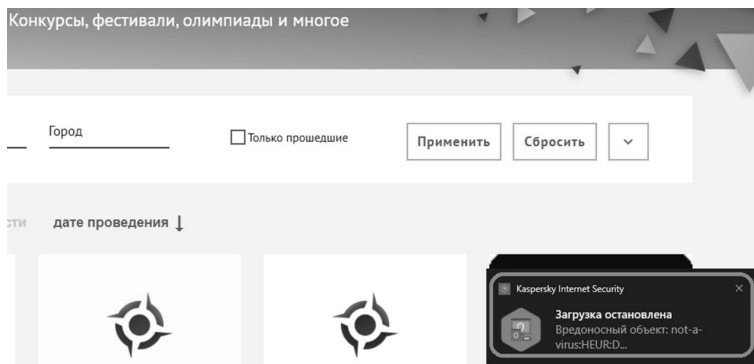


Рис. 2. Сайт содержит вирусы

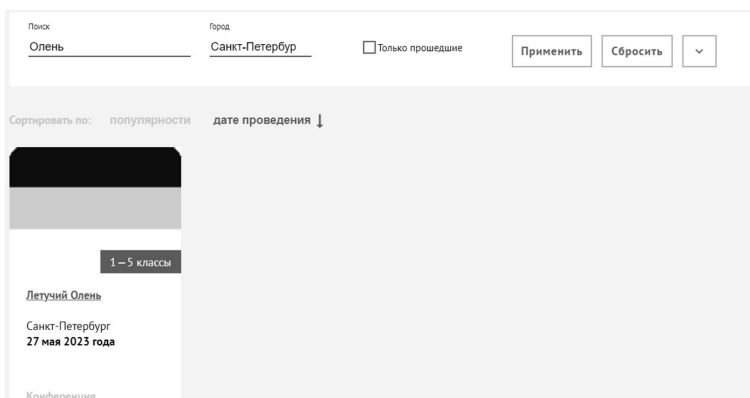


Рис. 3. Должны показываться все события

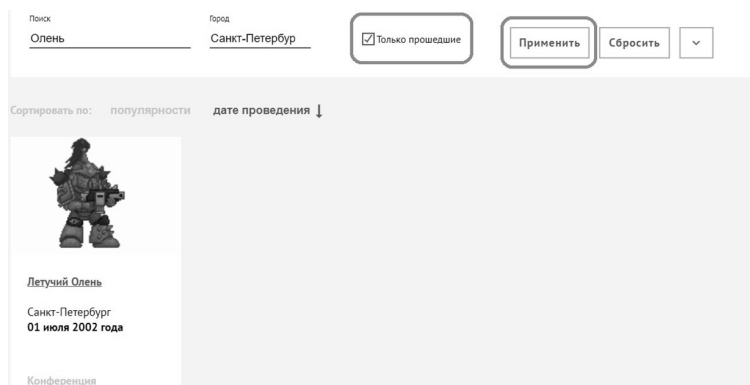


Рис. 3. Найдено прошедшее событие

При наличии полей дат начала и окончания чего-либо важно, чтобы эти поля проверялись на порядок следования: не допускается, чтобы было возможно указать дату начала позже даты окончания (рис. 5).

### Задайте параметры активности

Формат	Уровень	Вид участия	
Соревнование	Школьный	Сетевой	
Введите дату начала регистрации		Введите дату конца регистрации	
30.07.2022		07.07.2022	
Дата начала	Время начала	Дата завершения	Время завершения
11.07.2022	10 : 30	11.07.2022	12 : 30

Рис. 4. Нет проверки порядка следования дат

В данном случае должно выводиться сообщение: «Проверьте корректность дат». Поля для ввода адреса должны предусматривать возможность ввода площадей и парков (рис. 6).

### Выберите место проведения

Введите адрес


Россия, Санкт-Петербург, площадь Александра Невского

Введите номер дома.

Выбрать адрес

Рис. 5. Не распознается площадь

Файлы, загружаемые в качестве изображений, должны проверяться на соответствие форматам JPEG или PNG и иметь размер не более 1 Мб, в случае несоответствия должно выводиться сообщение (рис. 7).



Загрузите логотип

Загрузить

NewStudents.csv

Рис. 6. Файл формата CSV вместо логотипа

Все текстовые поля должны предусматривать ограничение на количество символов, особенно если по ним будет построен логин для входа (рис. 8, 9).

## Общая информация

Введите название сообщества

Компьютерный~клуб\$Компьютерный@клуб%Компьютерный&клуб€Компьютерный&клуб#Компьютерный8клуб

Рис. 7. Поле для названия сообщества

## СОЗДАНИЕ СООБЩЕСТВА

Поздравляем!

Вы зарегистрировали новое сообщество

"Компьютерный~клуб\$Компьютерный@клуб%Компьютерный&клуб€Компьютерный&клуб#Компьютерный8клуб". Оно было автоматически добавлено к Вашей организации. Данные для входа на сайт в качестве администратора данного сообщества направлены на вашу почту.

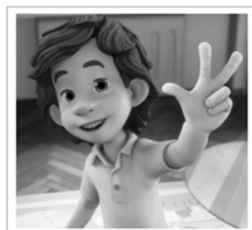
Доступ к личному кабинету сообщества:

- **Логин:** Komyuternyy~kлуб\$Komyuternyy@клуб%Komyuternyy&клуб€Komyuternyy8клуб#Komyuternyy~клуб15600
- **Пароль:** G4u8Xqsh

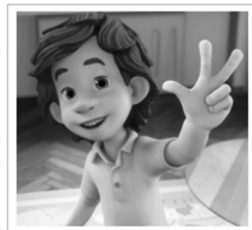
Рис. 8. Создано сообщество с длинным логином

Текстовые поля должны распознавать все буквы алфавита (рис. 10).

## Личная информация



## Личная информация



Ваша фамилия

Шестеренкин

Ваше имя

Петр

Ваше отчество

Михайлович

Рис. 9. С «е» есть ошибки (слева), без «е» ошибок нет (справа)

Если на сайте имеются личные кабинеты, например, учащегося, преподавателя, организации, то между всеми этими кабинетами должны быть отлажены взаимодействия. Для рассматриваемого сайта обнаружено нарушение корректности связей между личными кабинетами. Например, при попытке учащегося найти активность, чтобы поучаствовать в ней, ссылка на активность ведет на совсем другую активность, которая не соответствует заявленной (рис. 10, 11).

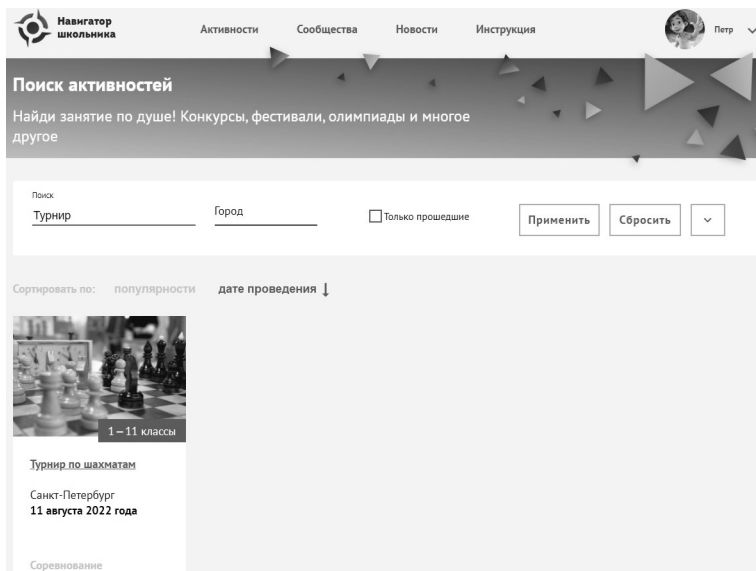


Рис. 10. Активность «Турнир по шахматам»

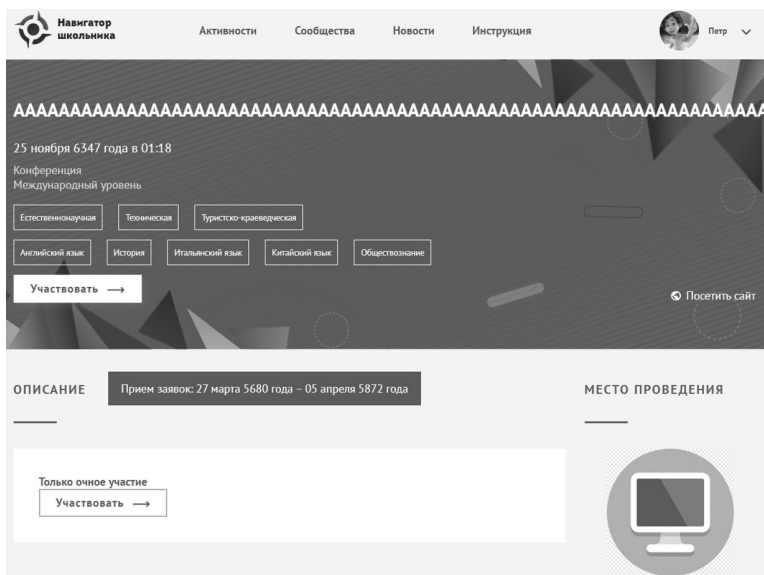


Рис. 11. По ссылке открывается не турнир по шахматам

### Результаты

Сформулируем тактику проверки интерфейса сайта, полученную в ходе выполненной работы. Необходимо проверить:

- 1) внешний вид и интуитивность интерфейса;
- 2) наличие вирусов;
- 3) фильтры поиска;
- 4) поля с датами;
- 5) поля с адресом;
- 6) поля для загрузки изображений;
- 7) текстовые поля;
- 8) связи между личными кабинетами [5], [6].

### Обсуждение

Из проделанной работы видно, что интерфейс сайта – очень важная деталь: он должен быть интуитивно понятным обычному пользователю, а потому тестироваться должен именно с уровня такого пользователя.

### Список источников

1. Тестирование сайта – основные этапы, порядок работ. URL: <https://www.seostop.ru/blog/sozдание-saita/testirovanie.html> (дата обращения: 29.09.2022).
2. Шесть видов тестирования web-сайтов. URL: <https://wiont.ru/blog/osobennosti-testirovaniya-web-sajtov.html> (дата обращения: 29.09.2022).
- 3 Образовательный навигатор. URL: <https://edunavi.online/> (дата обращения: 29.09.2022).
- 4 Документация, содержащая описание функциональных характеристик программного обеспечения и информацию, необходимую для установки и эксплуатации программного обеспечения. URL: <https://edunavi.online/files/File-ea92d1.pdf> (дата обращения: 29.09.2022).
- 5 Модернизация программного обеспечения. URL: <https://ru.intechcore.com/modernizacija-programmnogo-obespechenija/> (дата обращения: 29.09.2022).
- 6 Как тестировать сайты. URL: <https://htmlacademy.ru/blog/html/how-to-test> (дата обращения: 29.09.2022).

УДК 45268

**Г. А. Белостоцкий**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. Ю. Гулевитский**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ЯПОНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

### Введение

Управление качеством сегодня является основным способом создания конкурентоспособной продукции. В мировой практике управления качеством разработаны методы и приемы, в эффективности которых нет оснований сомневаться.

Мировой опыт управления качеством продукции показал, что невозможно обеспечить стабильное качество продукции, если не достигнута стабильность качества сырья. Поэтому наблюдается тенденция к все более тесному взаимодействию производителей продукции и поставщиков сырья, материалов, комплектующих. Это имеет место как в развитых, так и в развивающихся странах, хотя и в разных формах. Не случайно международный стандарт предлагает процедуру выбора поставщика как часть системы обеспечения качества.

### Опыт управления качеством в Японии

Совершенствуются принципы сертификации продукции, развивается сертификация систем менеджмента качества. Оба эти явления вышли за пределы досягаемости внутреннего рынка и стали нетарифными торговыми барьерами для тех экспортеров, которые по тем или иным причинам отстали от времени. Такое отставание имеет множество причин, не последней из которых является низкий уровень образования персонала, в том числе в области качества и некомпетентности.

До конца 60-х годов XX века продукция японских компаний на мировом рынке не отличалась высоким качеством. Низкое качество японской продукции говорило о ее низкой конкурентоспособности и, в некоторой степени сказывалось на прибыли.

Поэтому японская промышленность с этого времени стала наиболее активно внедрять два направления в контроле качества. Оба направления оказались очень полезными и очень хорошо дополняли друг друга.

Первое направление связано с именем американского специалиста по управлению качеством Э. Деминга. Для повышения уровня качества был успешно реализован так называемый цикл Деминга, связанный с проектированием, производством, реализацией продукции, анализом и изменениями по его результатам – цикл PDCA «планирование – выполнение – контроль – корректирующие действия» (планируй – делай – проверяй – корректируй).

Второе направление связано с разработкой функции качества (ФК) и было введено в конце 1960-х годов профессором Йоджи Акао. Используется большинством из 135 японских производителей в конце 1980-х годов.

RFK представляет собой сочетание качества, надежности, технологии и стоимости таким образом, чтобы параметры конструкции продукта обеспечивали пользователям желаемые преимущества и удовлетворение. При этом РФК начинается с использования определения положения товара в своем секторе рынка и превращает его в конечный товар или услугу, обладающую конкурентными преимуществами перед аналогичными товарами и услугами. RFK, естественно, также производит комбинацию хорошо известных характерных продуктов с соавторами очень продуктивного процесса. То есть исходя из требований к качественным характеристикам продукции определяются требования к конструкции и технологии производства этой продукции.

Здесь необходимо добавить, что существенные элементы этих двух направлений контроля качества продукции были включены в основные положения международного стандарта серии ИСО 9000, принятого сначала в Европе, а затем и во всем мире. Результаты планомерной и настойчивой реализации этих двух направлений не снизили конкурентоспособности японских товаров.

В 1950-х и начале 1960-х годов большая часть японского экспорта в США состояла из дешевых товаров низкого качества. Они были плохо сделаны и быстро ломались. Но в 1960-е годы американские бизнесмены и простые потребители стали замечать, что электронные товары из Японии (транзисторные приемники) оказались более качественными, чем американские (батареи большей емкости, более широкий частотный диапазон, отличный звук, привлекательный внешний вид и красивая сборка). Таким образом, японские радиоприемники были лучше спроектированы, чем американские, и обладали отличными функциональными характеристиками. Такого результата удалось достигнуть заботой о конструктивных особенностях и контроле за качеством сборки.

Такая же картина сложилась и в отношении других японских товаров – автомобилей, мотоциклов, станков, электронного и электрического оборудования и многих других товаров.

Отличительными элементами японской стратегии управления качеством, вытекающими из описанного выше подхода, являются:

а) нацеленность на постоянное совершенствование процессов и улучшение результатов работы во всех подразделениях;

б) ориентация (в первую очередь) на управление производственными процессами, а не производством;

в) сосредоточиться на исключении возможности допущения дефектов;

г) тщательная проработка и анализ новых задач по принципу восходящего потока, то есть от следующей операции к предыдущей;

д) культивирование принципа: «Твой потребитель – исполнитель следующей производственной операции»;

е) возложение на непосредственного подрядчика полной ответственности за качество результатов работ;

ж) активное использование человеческого фактора, развитие творческого потенциала рабочих и служащих.

Необходимо объяснить принцип восходящего потока. Это означает, что если производство какой-либо детали или узла состоит из ряда последовательных технических операций, выполняемых разными рабочими, то изучение и анализ каждой из этих операций начинается с первой, затем осуществляется переход к следующей. Это будет продолжаться до тех пор, пока не будет изучена последняя техническая операция.

Например, возникли проблемы с обеспечением согласованности качественных показателей автомобильного двигателя. Изготовление картера включает в себя ряд последовательных операций: отливку заготовки картера, очистку этой заготовки и механическую обработку. Изучение начинается с изучения процесса отливки. Здесь выясняются возможные причины, приводящие к снижению качества отливки.

Затем изучается процесс очистки, и только после этого приступают к изучению причин снижения качества обработки. Как уже говорилось ранее, качество продукции определяется отношением людей к поставленной перед ними задаче. Почему японский рабочий сам занимается вопросами качества, почему сам участвует в кружках качества, хотя его к этому никто не принуждает? Ответ можно найти в традициях, присущих японскому народу. Фактически в Японии рабочий или служащий принимают на постоянную работу пожизненно. Поэтому каждый рабочий и служащий считает компанию своим домом. Можно ли делать что-то «Спустя рукава» в своем доме? Они считают, что качество на 90 % определяется воспитанием, сознательностью и только на 10 % знаниями.

Сочетание такого отношения к работе с широким внедрением научных разработок в области управления и техники, высокой степенью компьютеризации всех управленческих операций (контроль и анализ) производства стали основной причиной высокой конкурентоспособности японских товаров на мировых рынках.

Большое значение имеет обучение рабочих и контролеров методам управления качеством. Но в Японии 1950-х годов это считалось невозможным. Было слишком много мастеров и прорабов. Более того, они были разбросаны по всей стране.

Однако японцы решили эту проблему путем применения средств массовой информации и в 1956 году организовали заочные курсы по управлению качеством для мастеров по японскому коротковолновому радиовещанию.



В 1957 году Японская радиовещательная корпорация согласилась транслировать эти программы в рамках своего образования. Программы были хорошо приняты публикой, тексты радиокурсов разошлись большим тиражом, что превзошло все ожидания радиоконпании.

Воодушевленный этим успехом, в 1960 году ЯСУИ (Японский союз ученых и инженеров) опубликовал монографию под названием «Руководство по управлению качеством для мастеров», которая пользовалась большим спросом.

В марте 1960 года в ознаменование десятой годовщины Статистического контроля качества были изданы три специальных выпуска: для ремесленников, для потребителей и для преподавателей университетов. Издание «Masters Edition» было особенно хорошо принято.

Опубликовав эту статью, японцы способствовали осуществлению работы по управлению качеством в рамках кружков качества. Для этого было две причины. Во-первых, большинство мастеров не привыкли учиться. Даже после того, как они начали издавать специализированный журнал, у них не было гарантии, что они его прочтут. Поэтому было принято решение о создании кружков по изучению этого журнала и обеспечении непрерывности образовательного процесса. Во-вторых, чтение само по себе мало способствовало улучшению качества. Все полученные знания необходимо применять на каждом рабочем месте.

Простые статистические методы, взятые из журнала, необходимо адаптировать к реальным условиям. Важно решать проблемы, возникающие на рабочем месте либо самостоятельно, либо с помощью других служб. Групповые занятия гораздо предпочтительнее.

Конечной целью кружков качества должно быть полное участие всех работников в управлении качеством. Поначалу было трудно, и у деятельности по управлению качеством не было много последователей. К апрелю 1965 года, через три года после того, как дело сдвинулось с мертвой точки, было зарегистрировано всего 3700 групп управления качеством.

Тем не менее японцы были правы. Для того чтобы движение продолжалось, необходимо было избежать принуждения и сделать упор на добровольное начало. В конце концов, лучше иметь постепенный прогресс, чем терпеть неудачи, которые имели место, когда движение контролировалось сверху.

За первоначальным затишьем последовало бурное развитие. Поскольку некоторые кружки качества добились значительного прогресса, компании, у которых их не было, быстро последовали их примеру. Идеальное управление – это такое управление, при котором все сотрудники хорошо обучены, всем можно доверять, и никто не нуждается в контроле без необходимости.

### **Управление качеством в Японии**

Основой управления качеством в Японии являются совершенные технологии в области производства, управления или обслуживания. Многие японские компании активно внедряют компьютерную и микропроцессорную технику, широко применяются новые материалы, автоматизированные системы проектирования, статистические методы, применяется компьютеризация производства. Характерным для создания системы менеджмента качества в последние годы является то, что она включает в себя систему коммуникаций с потребителем и систему коммуникаций с поставщиками.

Большинство японских руководителей стремятся к сотрудничеству, взаимному доверию поставщиков, производителей и потребителей, поскольку эти факторы имеют большое влияние на уровень качества продукции. При этом необходимо провести анализ причин некачественного производства, а также осуществить совместные мероприятия по устранению выявленных причин в кратчайшие сроки.

Большинство японских компаний практикуют целенаправленное создание собственной субподрядной сети, которая сотрудничает с заказчиком в долгосрочной перспективе. При этом разрабатываются специальные программы, предусматривающие исследования состояния поставщиков в области качества продукции, исследования их производственных мощностей, обучение и воспитание персонала, создание и внедрение других мероприятий, от которых зависит качество продукции. При наличии доверительных отношений с поставщиками, основанных на совместном поиске возможностей повышения качества продукции, в Японии обеспечивается переход к широко распространенной системе дове-

рия, обеспечивающей значительную экономию времени и средств, необходимых для входного контроля материалов и деталей, поступающих от поставщиков.

Одной из основных предпосылок успешной работы в области качества является обучение и воспитание кадров. В процесс обучения должны быть вовлечены все сотрудники компании. При этом желательно реализовать это с помощью привлеченных качественных консультантов. Общие сведения о качественной деятельности, предоставляемые в образовательном процессе, должны сочетаться с конкретными методиками и рекомендациями. Следует помнить, что каждая компания должна иметь свою индивидуальную программу обучения в зависимости от конкретных целей деятельности (повышение производительности, снижение уровня брака).

Использование компьютерных программ. В последние годы все больше внимания уделяется разработке и внедрению качественного программного обеспечения для деловых игр с использованием компьютерных технологий. При этом студент самостоятельно принимает решения и пытается создать наилучшие условия для воображаемой компании для достижения высокой конкурентоспособности продукции. Обучение рабочих, как правило, проводят их непосредственные руководители – мастера, начальники участков. Процесс обучения обязательно заканчивается аттестацией, которая проводится регулярно для всех категорий сотрудников, включая руководителей. Аттестацию проводят руководители соответствующего отдела с привлечением специалистов. Периодичность аттестации в зависимости от категории работников – один раз в три месяца, 6 месяцев, один раз в год. Некоторые специалисты помимо корпоративного экзамена сдают государственный экзамен. Обучение перед государственной аттестацией платное, его оплачивает компания. Работник, прошедший государственную аттестацию, получает прибавку к заработной плате. Результаты аттестации вывешиваются на рабочем месте. Такие программы способствуют изменению отношения сотрудников к качеству, которое необходимо постоянно поддерживать в дальнейшем.

*Кружки качества.* Именно в Японии впервые зародилась практика существования кружков качества. Участие в этих кружках добровольное. Кружковое собрание – единственный вид непроизводственной деятельности, разрешенный в рабочее время. Такие встречи обычно проходят каждую неделю. Если круги собираются после работы, компания выплачивает компенсацию, как за сверхурочную работу. Самые популярные лозунги в кругах качества: «Качество определяет судьбу компании»; «Все время думайте о качестве».

Регулярно проводятся цеховые и заводские конференции кружков качества. Дважды в год на уровне компании проводятся конференции кружка качества. Кружок считается официально признанным, если он зарегистрирован Японским союзом ученых и инженеров (JUSE) и об этом есть объявление в журнале Master and Quality Control.

*«Пять нулей».* Многие японские компании разработали программу участия сотрудников в обеспечении качества, получившую название «пять нулей». Это набор следующих правил:

1. не создавать (условий для появления дефектов);
2. не передавать (бракованную продукцию на следующий этап);
3. не принимать (бракованные товары из предыдущего шага);
4. не изменять (технологические режимы);
5. не повторять (ошибка).

Эти правила детализированы для предпроизводственной и производственной стадий и доводятся до сведения каждого сотрудника.

Отличительные особенности японского подхода к управлению качеством:

- 1) тщательное исследование и анализ новых проблем по принципу восходящего потока, то есть от последующей операции к ней предыдущий;
- 2) комплексное внедрение научных разработок в области управления и технологий;
- 3) высокая степень компьютеризации всех операций по управлению, анализу и контролю производства;
- 4) сосредоточиться на контроле качества процессов, а не качества продукции;
- 5) сосредоточиться на предотвращении риска дефектов;
- 6) нацеленность на постоянное улучшение процессов и результатов работы во всех подразделениях;

7) возложение полной ответственности за качество результатов работы на непосредственного исполнителя;

8) максимальное использование человеческих способностей, для чего принимаются меры по стимулированию творческой активности (кружки качества), воспитанию патриотизма к своему предприятию, планомерное и всестороннее обучение кадров, воспитание нравственности: «Нормальному человеку стыдно работать плохо».

### **Выводы**

Можно сделать вывод, что главное, на чем строится управление качеством в Японии, – это совершенные технологии в сфере производства, управления или обслуживания. Многие японские компании активно внедряют компьютерную и микропроцессорную технику, широко применяются новые материалы, автоматизированные системы проектирования, статистические методы, применяется компьютеризация производства. Характерным для создания системы менеджмента качества в последние годы является то, что она включает в себя систему коммуникаций с потребителем и систему коммуникаций с поставщиками.

Начиная с 1960-х годов японская промышленность начала активно внедрять новые методы контроля качества. Эти подходы оказались очень плодотворными, они очень хорошо дополняли друг друга и поднимали качество японской продукции на новый уровень, который уже не уступал уровню качества западных стран.

Также следует отметить, что большинство японских руководителей стремятся к сотрудничеству, взаимному доверию с поставщиками, производителями и потребителями, так как эти факторы оказывают большое влияние на уровень качества продукции. При этом необходимо провести анализ причин некачественного производства, а также осуществить совместные мероприятия по устранению выявленных причин в кратчайшие сроки.

### **Список источников**

1. *Васин С. Г.* Управление качеством. Всеобщий подход: учебник для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2022. 404 с.
2. *Горбашко Е. А.* Управление качеством: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 397 с.
3. *Тебекин А. В.* Управление качеством: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 410 с.
4. *Рожков Н. Н.* Статистические методы контроля и управления качеством продукции: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 154 с.

УДК 73823

**Г. А. Белостоцкий**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. Ю. Гулевитский**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## РОССИЙСКИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ

### Введение

Мировой опыт управления качеством продукции показал, что невозможно обеспечить стабильное качество продукции, если не достигнута стабильность качества сырья. Поэтому наблюдается тенденция к все более тесному взаимодействию производителей продукции и поставщиков сырья, материалов, комплектующих. Это имеет место как в развитых, так и в развивающихся странах, хотя и в разных формах. Не случайно международный стандарт предлагает процедуру выбора поставщика как часть системы обеспечения качества.

В различных странах мира проблема повышения качества занимает ведущее место в обеспечении конкурентоспособности продукции и услуг, построении новых отношений между потребителями и производителями, удовлетворении материальных потребностей, социальных интересов и духовных потребностей общества. Особое значение эта проблема приобретает в связи с экономическим кризисом, сопровождающимся распадом хозяйственных связей, сокращением производства и потерь позиций на внутреннем и внешнем рынках. При этом наибольших успехов добились страны, где решение проблем качества стало национальной идеей, носило общечеловеческий характер за счет создания системы непрерывного обучения рабочих всех категорий, от которых зависит качество продукции и услуг.

### Основные понятия качества и управления качеством

Существует большое разнообразие определений понятия качества. Первым, кто упомянул качество как понятие, был Аристотель (III в. до н. э.). Он вложил в понятие качества различие между предметами по признаку «хороший – плохой». По Гегелю: «Качество есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество». Японский ученый К. Исикава и американец Д. Джуран вложили в понятие качества степень удовлетворения потребностей потребителей в продуктах.

Более строгое определение понятия качества дано в ГОСТ 15467-93: «Качеством продукции является сложность приемы продукции, определяющая ее программируемость, создание переводной неподвижности с ее началом». Согласно международному стандарту ISO 8402-94: «Качество – это совокупность характеристик объекта, связанных с его способностью удовлетворять заявленные и подразумеваемые потребности». Это окончательное официальное определение понятия качества.

### Российский опыт управления качеством

На российский финансовый менеджмент идет своего рода «наступление» со стороны США, Японии, Европы, новых индустриальных стран Азии. Многие российские товары и услуги не могут конкурировать на мировом рынке. Российский экспорт сократился.

Следует отметить, что фундаментальные исследования в области качества проводятся в России. Об этом свидетельствует, в частности, ГОСТ 1. 68 «Государственная стандартизация. Основные принципы», в котором установлены определения принципов стандартизации: Стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации (использования) и требований безопасности».

С 1967 года в СССР утвержден «Государственный Знак качества», который ставился на товары народного потребления и производственно-технического назначения, качество которых признавалось «высоким». Такой знак размещается непосредственно на товаре или упаковке, а также в товароспро-

водительной документации, на этикетках и бирках (независимо от «торговой марки»). Право на использование государственного знака качества предоставляется предприятиям министерствами (ведомствами) сроком на 2–3 года на основании результатов государственной сертификации качества, выданных этими промышленными предприятиями.

В 1970 году вышло Постановление Правительства «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой продукции» и Указ «О преобразовании Комитета стандартов, мер и измерительных приборов». Практическое сообщение издано в 1985 году пособием «Управление качеством продукции». Созданы и применяются эффективные системы контроля качества в военно-промышленном комплексе, в архитектуре и строительстве, в производстве товаров народного потребления.

В обеспечении конкурентоспособности уже в 80-е годы XX в. требования к качеству стали определяющими. Более 80 % покупателей, покупая товары на мировом рынке, сейчас отдают предпочтение цене качеству (и эта проблема известна с древних времен). Опыт показывает, что при объективном подходе необходимо требовать, чтобы затраты на обеспечение качества составляли не менее 15–25 % от общих производственных затрат. В ряде европейских стран действуют законы, согласно которым определенные товары не допускаются на рынок без сертификата качества, подтверждающего соответствие требованиям стандартов Международной организации по стандартизации – ISO, другие сертифицированные товары должны продаваться дешевле в 2 раза.

Исследования и разработки в области качества ведутся в нашей стране в последние десятилетия, однако наиболее эффективные системы контроля качества созданы и используются в основном в рамках военно-промышленного комплекса (ВПК). Военно-промышленный комплекс когда-то включал в себя большинство основных отраслей промышленности. В окружении ВПК и промышленной продукции нашего производства, но, как правило, на оставшейся технической базе и полиграфии, обработке выставки производителя шпона. Например, знаменитые тульские самовары были сделаны из остатков латунных артиллерийских снарядов.

К основным достижениям в области управления качеством в оборонно-промышленном комплексе относятся методы технического обеспечения качества на стадии НИОКР при создании новой продукции, статистический контроль качества с использованием контрольных карт, в том числе автоматизированных, а также специализированных разрешительных документов и отраслевых стандартов.

К этим достижениям можно отнести:

- комплексные системы управления качеством продукции (КСУКП);
- комплексные системы управления качеством работ предприятий и отдельных подразделений;
- формы и методы работы с поставщиками.

Впервые данная разработка была внедрена на практике в Японии и США, а также в Советском Союзе (военная промышленность).

Организационно-методическая стандартизация, направленная на упорядочение производственной или управленческой деятельности в различных областях, а внедрение организационно-методических норм не только повышало эффективность деятельности в определенной области, но и способствовало повышению качества результатов деятельности, например, качество реализации проекта.

Дальнейшее развитие стандартизации в области качества было связано с повышением роли стандартов в обеспечении методов оценки качества продукции. В методических документах Госстандарта СССР обозначена оценка качества промышленной продукции по следующим группам показателей:

- техническим;
- эксплуатационным;
- надежности;
- технологичности;
- эстетическим;
- эргономическим;
- уровню стандартизации и унификации.

Для отдельных отраслей, например, строительства, номенклатура и методы оценки показателей не стандартизированы ни по одной из этих групп. Отсутствие единства методов оценки качества продукции затрудняло (или делало невозможным) проведение такой важной деятельности по управлению качеством, как государственная сертификация.

При переходе к рыночным условиям исчезли директивные методы управления, появилась конкуренция товаропроизводителей, которые напрямую ощутили требования мирового сообщества к качеству продукции. Большой заслугой Госстандарта в период перехода к рынку стала работа по гармонизации отечественных стандартов систем качества с международными, в которой отразился и отечественный опыт МКБ. Несмотря на негативные последствия экономического кризиса в России, безусловно, есть стремление улучшить качество продукции.

Проблема качества является комплексной, то есть ее можно решить только при одновременном проведении соответствующей политики в сферах законодательства, экономики, технологий, образования и воспитания, а также на основе согласованной работы производителей, операторов и потребителей, научно-технических структур, органов законодательной и исполнительной власти. Координирующим федеральным органом исполнительной власти по трем основным направлениям деятельности по обеспечению решения проблемы качества – стандартизации, сертификации и метрологии – является Госстандарт России.

Техническая политика государственного стандарта в области менеджмента качества предусматривает содействие отечественным производителям во внедрении систем качества на предприятиях в соответствии с требованиями международных стандартов семейства ИСО 9000.

Отечественный опыт интегрированного менеджмента качества является хорошей основой для разработки стандартов ИСО 9000, которые представляют собой более высокий уровень развития науки управления качеством. Основные отличия систем качества (согласно ISO 9000) и КСУКП заключаются в следующем:

- ориентация на удовлетворение потребностей клиентов;
- возложить ответственность за качество продукции на конкретных подрядчиков;
- проверка потребителем продукции поставщика;
- выбор поставщика комплектующих и материалов;
- сквозной контроль качества продукции, от материалов до отходов продукции;
- маркетинг;
- организация отчетности и анализа затрат на качество;
- прослеживаемость материалов и комплектующих на протяжении всего производственного цикла;
- решение вопросов по утилизации продукции после эксплуатации.

Для освоения прогрессивного мирового опыта управления качеством необходимо реализовать комплекс мер поддержки, включающий разработку и внедрение системы мер и льгот, стимулирующих труд. На это должна быть направлена созданная в стране институциональная структура, оценивающая и признающая системы качества, а также подготовка специалистов, способных выполнять все виды работ в области обеспечения, контроля и улучшения качества.

### **Европейский опыт управления качеством**

Движение в сторону качественных продуктов и услуг, а также повышения качества производства в Европе началось особенно активно в 80-х годах XX века.

Необходимо отметить большую и целенаправленную деятельность стран Западной Европы по подготовке создания внутривосточного рынка, выработку единых требований и процедур, способных обеспечить эффективный обмен товарами и трудом между странами.

Важное место в этой деятельности занимают специальные ассоциации или организации, осуществляющие координацию в региональном масштабе. В рамках подготовки к открытому европейскому рынку, который был провозглашен 1 января 1993 года, были разработаны единые стандарты, единые подходы к техническим регламентам, единые национальные стандарты системы качества на основе стандартов серии ИСО 9000 и их европейских аналогов. введена – серия EN 29000. В Европе были основаны первые организации, занимающиеся сертификацией всего ISO 9000 – TUV Cert, BVGI, DNV,

Lloyd Register. Эти стандарты должны стать гарантами высокого качества, защитить миллионы потребителей от некачественной продукции и стимулировать производителей к новым достижениям в области качества.

Качество стало фактором обеспечения конкурентоспособности европейских стран. Для реализации такой стратегии требовалось следующее:

- единые директивы;
- единые стандарты;
- унифицированные прокси-процессы, чтобы компания соответствовала требованиям рынка.

В 1985 году принята новая концепция гармонизации стандартов, введены требования по обеспечению безопасности и надежности, но эти требования являются рекомендательными. В то же время обеспечение единых требований имеет большое значение. Поэтому Европа ориентируется на основополагающие стандарты ИСО 9000 и EN 29000.

Были сформированы Европейский совет по продажам и сертификации и Европейский комитет по качеству и сертификации систем качества. В комитет входят сертификационные организации из Великобритании, Швейцарии, Германии, Австрии, Дании, Швеции, Франции, Испании, Португалии, Греции, Голландии, Бельгии, Финляндии, Норвегии, Ирландии и Италии. Основная задача работы – полностью удовлетворить потребности миллионов потребителей на европейском рынке с наименьшими затратами.

Европейский рынок ставит серьезные задачи перед фирмами других стран, намеревающимися попасть на него, чтобы оставаться в условиях конкурентоспособности, крупнейшие европейские компании объединяют усилия для выбора современных форм и методов контроля качества продукции, связывают с их внедрением гарантию высокого качества продукции. А она, как известно, включает стабильную технологию, надлежащую систему поддержания технологической точности оборудования и оснастки, метрологические средства контроля и испытаний продукции, эффективную систему подготовки кадров.

В сентябре 1988 года руководители 14 крупных западноевропейских компаний подписали соглашение о создании Европейского фонда управления качеством (ЕФУК).

Деятельность в Европейском фонде управления качеством:

- поддерживать лидерство западноевропейских компаний в ускорении процесса создания качества для достижения преимуществ всех конкурентов;
- поощрять и, при необходимости, помогать всем частям западноевропейского сообщества участвовать в деятельности по повышению качества и укреплению европейской культуры качества.

ЕФУК учредила совместно с Европейской организацией качества (ЕОК) Европейскую премию качества, которая присуждается лучшим компаниям с 1992 года.

Отличительными чертами европейской стратегии решения проблем качества являются:

- правовая база для проведения всех работ, связанных с оценкой и контролем качества;
- гармонизация требований национальных стандартов, регламентов и процедур сертификации.

### Заключение

Любой человек из двух товаров выберет лучший. Конечно, тут наблюдается зависимость цены от качества, так как для производства качественного изделия требуются добротные материалы. Качественные товары используются не только на уровне прибыльных предприятий, но и для роста экономики, как в случае с японскими предприятиями. К сожалению, на российском рынке по-прежнему предпочтение отдается импортным товарам, учитывая их более высокое качество. Но порой данный стереотип бывает не ложным. Сегодня разработаны новые эффективные статистические методы, с помощью которых можно рассчитать процент качественной продукции и повысить его, не допуская проявления брака до момента производства.

Поэтому качество играет очень важную роль в производстве товаров и является методом выживания компании в условиях конкурентного рынка. Правительство Российской Федерации прилагает усилия для обеспечения соответствия отечественной продукции международным стандартам и защиты российского рынка от некачественных импортных товаров.

Также следует сказать о совершенствовании деятельности в сфере государственного контроля. Она должна быть направлена на повышение эффективности деятельности федеральных органов исполнительной власти по защите прав потребителей от ущемления некачественными товарами как отечественных, так и зарубежных производителей. Сертификация продукции так же играет немаловажную роль в повышении качества продукции и услуг, она тесно связана с развитием системного подхода к управлению. Наиболее эффективный метод – внедрение систем управления качеством на базе стандартов ISO серии 9000.

#### **Список источников**

1. *Васин С. Г.* Управление качеством. Всеобщий подход: учебник для среднего профессионального образования. М.: Юрайт, 2022. 404 с.
2. *Горбашко Е. А.* Управление качеством: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 397 с.
3. *Тебекин А. В.* Управление качеством: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 410 с.
4. *Рожков Н. Н.* Статистические методы контроля и управления качеством продукции: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2023. 154 с.



УДК 524.382

**Е. А. Боева**

студентка кафедры физики

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**НОВОСТИ О ДВОЙНЫХ ЗВЕЗДНЫХ СИСТЕМАХ**

При наблюдении за молекулярным облаком L483 с помощью летающей инфракрасной обсерватории NASA SOFIA, зафиксировано образование необычной двойной системы звезд [1]. Выяснилось, что около новорожденного объекта силовые линии повернуты на 45 градусов. В то же время при использовании массива антенн ALMA, расположенного в Чили [2], ученые увидели потоки вещества внутри L483 и обратили внимание, что рядом со звездой находится еще одна. Наблюдения показали, что вторая звезда образовалась достаточно далеко от первой (40 а. е.), но при этом находилась в одном молекулярном облаке. Между ними существует электромагнитное взаимодействие, результатом которого стало образование бинарной системы.

Образование бинарных систем в молекулярных облаках происходит одним из двух способов (первый путь – при повышенной плотности туманности образуются две близкие звезды, второй путь – протопланетный диск вокруг светила оказывается очень большим, и на нем образуется второй объект, где начинаются термоядерные реакции).

Формирование системы из двух случайных звезд, встречающихся в космосе, явление редкое и малоизученное, так как молодые звезды формируются и движутся сквозь электрически заряженное облако на высокой относительной скорости. И сопротивление среды может оказаться достаточным для образования звездных систем.



Рис. 1. Сравнение трехмерной модели туманности Кошачий глаз, созданной Клеймонтом (слева), и сфотографированной космическим телескопом Хаббла (справа)

Туманность Кошачий глаз (рис. 1.) – одна из самых сложных планетарных туманностей и находится примерно в 3000 световых лет от Солнца в созвездии Дракона.

Обнаружено [3], что в центре туманности Кошачий глаз находится не одиночная звезда, а двойная звездная система. Отметим симметрию колец в туманности при использовании компьютерной трехмерной модели туманности.

Две черные дыры в системе Единорога оказались совсем не черными дырами, а бинарными звездными системами, находящимися на незафиксированной раннее стадии эволюции [4], [5].

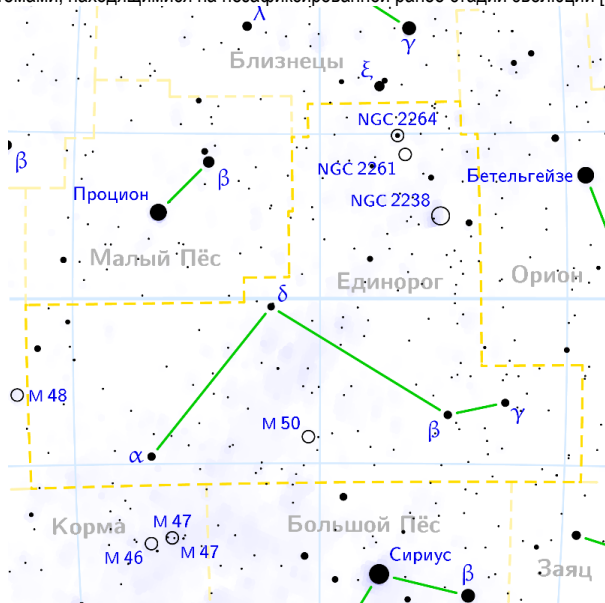


Рис. 2. Схема созвездия Единорога

В начале 2021 года обнаружена [5] звездная система Единорог, находящаяся примерно в 1500 световых годах от Солнца. Из наблюдений было выдвинуто предположение, что красный гигант V723 Mon. вращается вокруг невидимой черной дыры. Некоторые из тех же исследователей позже сообщили о второй такой системе, названной Жираф, обнаруженной на расстоянии около 12 000 световых лет от Солнца. Для большей уверенности наличия черных дыр был предпринят повторный анализ данных [6].

Для анализа свойств звездных систем использованы звездные спектры. Для каждой звезды существует характерная линия в спектрах испускания и поглощения. У звезд, вращающихся достаточно медленно, эти линии очень четкие, а у быстровращающихся звезд они размыты. Звездные системы были вначале неправильно истолкованы по результатам наблюдения. Анализ показал, что центральной массой может служить не только одиночная, но и двойная звезда и даже черная дыра. Недостаточное внимание к этому вопросу оказалось ошибкой. Вместо черной дыры созвездие Единорога и Жирафа содержат по две звезды на раннее незафиксированной стадии звездной эволюции. В рассматриваемых объектах присутствуют красные гиганты и субгиганты, то есть звезды, переходящие в более поздние стадии эволюции. Субгиганты находятся достаточно близко к своим компаньонам и происходит гравитационный захват материи. Следовательно, регистрация красного гиганта оказывается затруднительной.

Сфотографирован [7] возможный «предшественник» сверхновой звезды (типа Icp пятого вида (рис. 4)), которая взорвалась в 2022 году. Это двойная звездная система, в которой передача вещества от одной звезды к другой приводит к взрыву последней.

Наблюдение за вспышкой сверхновой SN 2022anp проводилось в течение 90 дней, в оптическом и ближнем инфракрасном диапазонах с использованием нескольких наземных телескопов. Сверхновая SN 2022anp обнаружена 27 января 2022 года в слабой галактике SDSS J101729.72-022535, расположенной примерно в 710 миллионах световых лет от Солнца, ее звездная масса составляет

107,34 массы Солнца. Вывод заключается в следующем: звездный «предок» являлся двойной звездой, а не одиночной массивной звездой Вольфа – Райе.

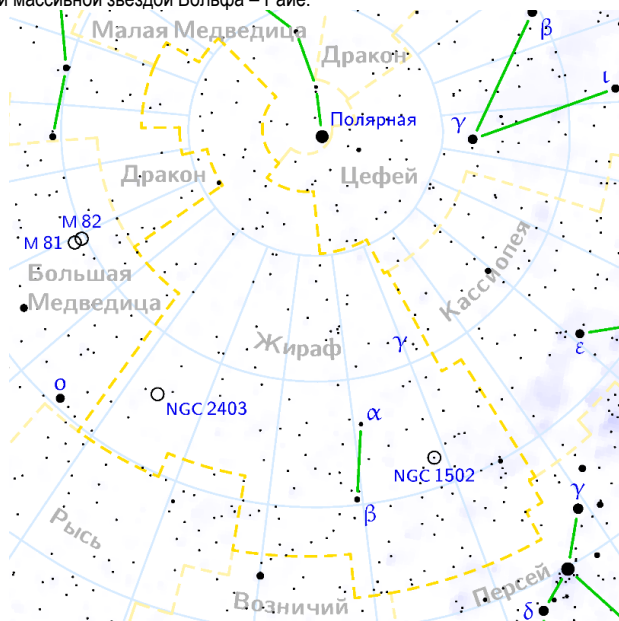


Рис. 3. Схема созвездия Жирафа

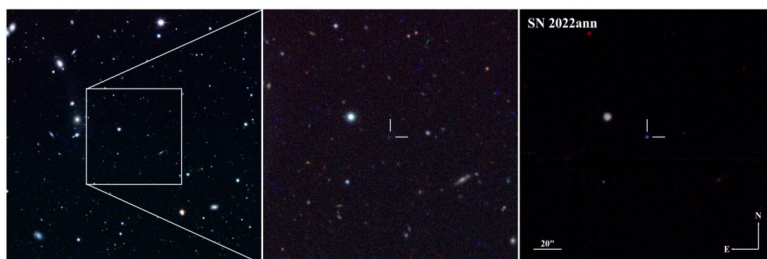


Рис. 4. Поисковые карты сверхновой SN 2022ann (справа) и ее «родительской» галактики SDSS J101729.72–022535.6 (в центре и слева)

С помощью спутника НАСА для исследования экзопланет (TESS) [8] обнаружена новая мало-массивная двойная звездная система 2M1222-57, содержащая две звезды размером с Солнце, но менее массивные. Эти звезды оказались переменными, а точнее – затменными переменными.

Затменные переменные звезды – двойные системы, демонстрирующие регулярные изменения блеска из-за того, что одна из звезд проходит прямо перед своим компаньоном. В затменных двойных

плоскость орбиты двух звезд лежит так близко к лучу зрения наблюдателя, что компоненты испытывают взаимные затмения. Такие системы могут обеспечить прямое измерение их радиуса.

Согласно исследованию, звезды в системе 2M1222-57 имеют радиусы  $0,976R_{\odot}$  и  $0,942R_{\odot}$ , а их массы составляют  $0,735M_{\odot}$  и  $0,668M_{\odot}$ , соответственно. С эффективной температурой 3749 К главная звезда примерно на 100 К теплее своего компаньона. Возраст системы оценивается в  $(16 \pm 2)$  миллионов лет. Кроме того, проводились наблюдения за двойной системой 2M1222-57 с помощью спекл-изображения [9], при этом предполагалось, что она может содержать третий компаньон, расположенный примерно в 100 а. е. от системы. По оценкам исследователей, масса этого объекта составляет  $2M_{\odot}$ .

Перечисленные новости о двойных звездных системах дают возможность находить двойные звезды в трудно наблюдаемых случаях. Кроме того, появляются способы, как исправить некоторые погрешности в устоявшихся представлениях о звездном мире.

#### Список источников

1. Cox E. The Twisted Magnetic Field of the Protobinary L483 // The Astrophysical Journal. 2022.
2. URL: <http://www.almaobservatory.org> (дата обращения: 17.04.2023).
3. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. 516, Issue 2, October 2022, P. 2711–2717.
4. El-Badry K. Unicorns and Giraffes in the binary zoo: stripped giants with subgiant companions. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Published online March 24, 2022.
5. Jayasinghe T. A unicorn in monoceros: the  $3M_{\odot}$  dark companion to the bright, nearby red giant V723 Mon is a non-interacting, mass-gap black hole candidate. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. 504, June 2021. P. 2577.
6. Jayasinghe T. The «Giraffe»: Discovery of a  $2-3M_{\odot}$  dark companion to a stripped red giant. arXiv:2201.11131. Submitted January 26, 2022.
7. Davis K. SN 2022ann: A type Icn supernova from a dwarf galaxy that reveals helium in its circumstellar environment, arXiv. 2022.
8. Stassun K., Torres G., Kounkel M. A Low-Mass Pre-Main-Sequence Eclipsing Binary in Lower Centaurus Crux Discovered with TESS, 23 p.
9. Колфилд Г. Голограммные оптические элементы // Оптическая голография. М.: Мир, 1982. 736 с.

УДК 524.354.6

**Е. А. Боева**

студентка кафедры физики

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### МАГНИТАРЫ – КОСМИЧЕСКИЕ МАГНИТЫ

Спутниковая фиксация космических гамма-вспышек началась с 1968 года. В 1992 году были предоставлены две независимые работы [1], [2], в которых рассматривали нейтронные звезды с колоссальными магнитными полями. В своей статье Владимир Усов высказал гипотезу о том, что нейтронные звезды со сверхсильными магнитными полями и с миллисекундными периодами могут быть связаны с космическими гамма-всплесками. В то время как Кристофер Томсон и Роберт Дункан выработали сам механизм образования таких звезд и ввели само понятие «магнитары».

Магнитар – нейтронная звезда, обладающая исключительно сильным магнитным полем, около  $(10^{14} \div 10^{15})$  Гс (табл. 1), что примерно в миллион миллиардов раз сильнее магнитного поля Земли и в 100–1000 раз сильнее поля обычных нейтронных звезд-радиопульсаров [3].

Таблица 1

#### Напряженность и индукция магнитного поля

Место	$H, \frac{A}{m}$	$B, Гс$	$B, Тл$
Северный полюс Земли	$0,6 \cdot 10^8$	0,6	$0,6 \cdot 10^{-4}$
Постоянный магнит	$10^{10}$	100	$10^{-2}$
Солнечные пятна	$4 \cdot 10^{11}$	4000	0,4
В лаборатории	$4,5 \cdot 10^{13}$	$4,5 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10$
Искусственное поле, когда-либо созданное	$10^{15}$	$10^7$	$10^3$
Нейтронная звезда	$10^{16}$	$10^8$	$10^4$
Радиопульсар	$10^{20} \div 10^{21}$	$10^{12} \div 10^{13}$	$10^8 \div 10^9$
Магнитар	$10^{22} \div 10^{23}$	$10^{14} \div 10^{15}$	$10^{10} \div 10^{11}$

5 марта 1979 года в 19:51 по московскому времени два советских межпланетных космических зонда, «Венера-11» и «Венера-12», дрейфовали внутри Солнечной системы, когда на них обрушился беспрецедентный поток гамма-лучей. Показания бортовых детекторов гамма-излучения резко увеличились (рис. 1), а затем за доли миллисекунды зашкалили сначала на «Венере-11», затем через 5 секунд – на «Венере-12». По-видимому, детекторы не были рассчитаны на такой поток энергии. Детекторы показали, что всплеск начался с «жесткого» импульса гамма-лучей длительностью 0,2 секунды. Этот импульс был примерно в 100 раз интенсивнее любого всплеска космического гамма-излучения, зарегистрированного когда-либо ранее. За жестким импульсом последовал шлейф «мягких» гамма-лучей, продолжавшийся более 3 минут и постепенно исчезающий. По мере затухания шлейф также менялся по интенсивности примерно, как синусоида, но с двумя пиками за цикл, и с периодом цикла 8 с.

Магнитар при рождении вращается значительно быстрее по сравнению с другими видами нейтронных звезд, потому что электромагнитные волны (и связанные с ними диффузные ветры заряженных частиц), очень эффективны в сильных электромагнитных полях. Это означает, что магнитары редко посылают широкие радиомаячные лучи, как это делают пульсары, за исключением короткого промежутка времени сразу после его формирования.

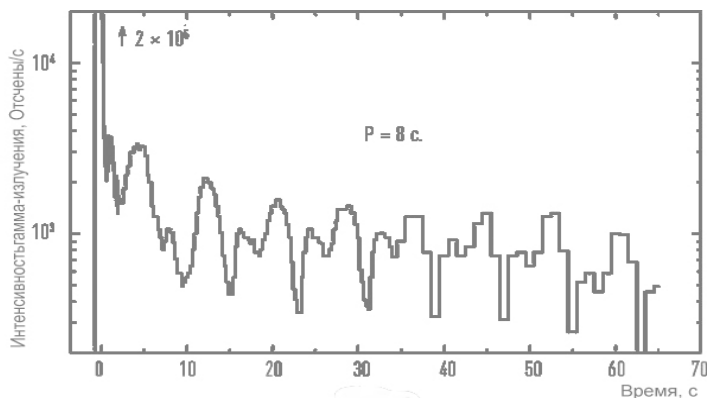


Рис. 1. График зависимости интенсивности гамма-излучения от времени

Изменение электромагнитного поля может обеспечить источник энергии для потенциально наблюдаемых выбросов. Колебания поля магнитаров достаточно сильные, чтобы перемещать материал внутри звезды и в коре, что приводит к рассеиванию значительного количества электромагнитной энергии в течение первых десяти тысяч лет [1].

Таблица 2

Знаменитые магнитары		
Тип	Названия звезд – источников излучения	Период вращения, с
АРП <sup>2</sup>	SXOU 010043.1–721134	8,0
АРП	4U 0142+61	8,7
АРП	1E 1048.1–5937	6,4
АРП	1RXS J170849–400910	11,0
АРП	XTE J1810–197	5,5
АРП	1E 1841-045	11,8
АРП	AX J1844-0258	7,0
АРП	1E 2259+586	7,0
МПГ <sup>3</sup>	0526–66	8,0
МПГ	1627–41	6,4
МПГ	1806–20	7,5
МПГ	1900+14	5,2

Вспышки магнитара очень быстро высвобождают огромное количество электромагнитной энергии. Они, как правило, возникают группами в участках с сильным напряжением поверхности. Как известно, по закону Фарадея изменяющееся магнитное поле вызывает электрические токи. Одновременно магнитное поле перестраивается в состояние с более низкой энергией, что приводит к всплеску жесткого рентгеновского излучения, наблюдаемого в виде обычного мощного всплеска МПГ.

В мае 1998 года показано [7], что рентгеновское излучение от МПГ 1806-20 пульсирует с периодом 7,5 секунды. По мере вращения звезды яркие и тусклые зоны на ее поверхности и в окружающей ее магнитосфере то появляются, то исчезают из поля зрения. Это означает, что источник МПГ 1806–20 имеет период вращения 7,5 с, аналогичный периоду барстера [8] 5 марта 1972года (8 с).

<sup>2</sup> АРП – аномальные рентгеновские пульсары.

<sup>3</sup> МПГ – мягкие повторяющиеся гамма-всплески.

Вспышки продолжались до начала июня, когда впервые показал себя совершенно новый МПГ в нашей галактике (МПГ 1627-41). Эта новая звезда произвела около 100 вспышек в течение следующих двух месяцев.

27 августа 1998 года гигантская вспышка от МПГ 1900+14 побила предыдущий рекорд самого интенсивного потока гамма-излучения, зарегистрированного внутри источника за пределами Солнечной системы. Вспышка была достаточно интенсивной, чтобы ионизировать внешнюю атмосферу Земли [6].

Две колоссальные вспышки (5 марта 1979 г. и 27 августа 1998 г.) во многом похожи. Каждая начиналась с короткого резкого всплеска очень интенсивного гамма-излучения, за которым следовал мягкий колеблющийся «шлейф». В событии 27 августа 1998 года колебания следуют с периодом 5,16 с. Хотя это событие было менее мощным, чем событие 5 марта 1979 года, оно исходило от источника, гораздо более близкого к Земле, поэтому оно выглядело ярче [5].

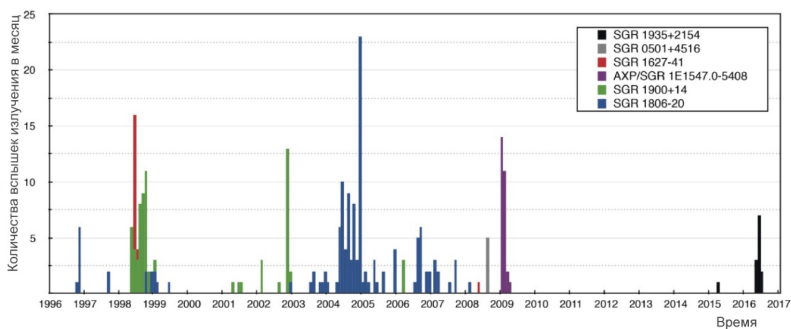


Рис. 2. График зависимости количества вспышек излучения в месяц от времени

27 декабря 2004 года в созвездии Стрельца произошла вспышка магнетара МПГ 1806-20, ослепившая почти все космические датчики, направленные в сторону Солнца. Эта гипервспышка была в 100 раз мощнее событий 1979 и 1998 годов. Единственный способ увидеть всплеск – только в виде его отражения от Луны.

В заключение отметим, что магнетар – вид нейтронной звезды, обладающий исключительно сильным магнитным полем ( $10^{22} \div 10^{23} \frac{\text{А}}{\text{м}}$ ), и за счет изменения магнитного поля колоссальная вспышка звезд по яркости превышает яркость Млечного пути.

#### Список источников

1. Попов С. Суперобъекты: Звезды размером с город. М.: Альпина нон-фикшн, 2019. 238 с.
2. Thompson C. J. 408 194. 1993.
3. Сурдин В. Г. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. 480 с.
4. Потехин А. Ю. Физика нейтронных звезд // Земля и Вселенная. 2018. № 4. С. 30–46.
5. Космические исследования в ФТИ им. А. Ф. Иоффе / Р. Л. Аптекарь, Д. Д. Фредерикс, С. В. Голенецкий и др. // Конус-Винд: результаты за 24+ года в космосе. 2018. 48 с.
6. Dr. Tony Phillips Gamma-ray Flare Star. NASA (10 февраля 2009).
7. Dooling, Dave «Magnetar» discovery solves 19-year-old mystery. NASA (20 мая 1998).
8. Watts A. Thermonuclear Burst Oscillations. Annual Review of Astronomy and Astrophysics. 50 (1): 609–640.

УДК 005.6

**К. А. Вагенлейтер**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. М. Милова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ****Введение**

В статье предлагается подход, позволяющий количественно оценить экономический эффект от повышения качества свойств объекта, который применяется в практике экономических расчетов. Расчет оценки предполагает использование группового экспертного метода для оценки уровня качества, который используется в дальнейшем для определения экономического эффекта.

**Материалы и методы**

Повышение качества продукции есть процесс, ориентированный на удовлетворение потребностей, который включает в себя улучшение качественных параметров уже освоенной продукции. Для расчета экономического эффекта в начале определяются свойства объекта и их значимость с использованием экспертной оценки [1].

Экспертный метод – метод, применяемый для определения показателей весомости каждого параметра качества, используемых для последующей оценки уровня качества и экономического эффекта. Экономический эффект от повышения качества продукции может быть рассмотрен в сфере производства и в сфере потребления [2].

При экспертном методе оценку уровня качества или показателя того или иного свойства продукции определяют в безразмерных единицах. В случае если результат оценки (экспертного измерения) качества экспертизы представляют в виде ранжированного ряда, численное определение оценки экспертов состоит в следующем:

- произвольная нумерация всех объектов оценки (изделий или свойств);
- ранжирование экспертами объектов по шкале порядка;
- сопоставление ранжированных рядов объектов, составленных экспертами.

Определение экономического эффекта от повышения качества продукции зависит от показателя годового экономического эффекта, который широко применяется в практике экономических расчетов. Его величина показывает общую экономию годовых затрат по сравниваемым вариантам.

Величина годового экономического эффекта  $\mathcal{E}_{\text{потр}}$  в сфере потребления от повышения показателей качества изделий определяется по формуле (1) [3]:

$$\mathcal{E}_{\text{потр}} = (I_1 + E_H * K_1) * \gamma - (I_2 + E_H * K_2), \quad (1)$$

где  $I_1, I_2$  – соответственно себестоимость единицы работы (эксплуатационные издержки), выполняемой изделием, принятым за базу для сравнения вариантов, и изделие с повышенными показателями качества, руб.;  $E_H$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий соотношение показателей качества изделия для определения тождества эффекта;  $K_1, K_2$  – соответственно капитальные вложения (цена) потребителя, использующего изделие, принятое за базу для сравнения, и изделие с повышенными показателями качества, руб.

Коэффициент  $\gamma$  определяется по формуле (2):

$$\gamma = \omega * a_n * \beta * \delta, \quad (2)$$



где  $\omega$  – коэффициент эквивалентности по техническим показателям (параметрам) базового изделия и изделия с улучшенными показателями;  $\alpha_n$  – коэффициент, учитывающий дополнительные потребительские свойства изделия, определяемые экспертным путем в баллах;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий надежность изделия в эксплуатации;  $\delta$  – коэффициент, учитывающий срок службы изделия.

Коэффициент  $\omega$  определяется по формуле (3):

$$\omega = \omega_H / \omega_B \quad (3)$$

где  $\omega_H$ ,  $\omega_B$  – соответственно коэффициенты технического уровня базового изделия и изделия с более высокими техническими показателями (параметрами) качества.

Коэффициенты  $\omega_H$ ,  $\omega_B$  определяются по формулам (4), (5):

$$\omega_H = \sum_{i=1}^n a_i * K_{iH} \quad (4)$$

$$\omega_B = \sum_{i=1}^n a_i * K_{iB}, \quad (5)$$

где  $a_i$  – коэффициент весомости каждого  $i$ -го показателя (параметра) качества (в сумме все коэффициенты равны единице);  $K_{iB}$ ,  $K_{iH}$  – соответственно значение каждого  $i$ -го показателя качества базового изделия более высокого качества по отношению к изделию, принятому за эталон.

Значения  $K_{iB}$ ,  $K_{iH}$ , определяются по формулам (6), (7):

$$K_{iB} = \frac{B_{iB}}{B_{iB}}; \quad (6)$$

$$K_{iH} = \frac{B_{iH}}{B_{iB}}, \quad (7)$$

где  $B_{iB}$ ,  $B_{iH}$ ,  $B_{iB}$  – соответственно значения каждого  $i$ -го показателя качества (параметра) сравниваемых базового, улучшенного и эталонного изделий.

Коэффициент  $\alpha_n$ , (из формулы (2)), учитывающий дополнительные потребительские свойства изделия, определяемые экспертным путем в баллах, рассчитывается по формуле (8):

$$\alpha_n = \frac{\sum_{i=1}^n B_{iB}}{\sum_{i=1}^n B_{iH}}, \quad (8)$$

где  $B_{iB}$ ,  $B_{iH}$  – соответственно оценка в баллах потребительских свойств изделий базового и с улучшенными показателями (параметрами) качества.

Коэффициент  $\beta$  (из формулы (2)), учитывающий надежность изделия в эксплуатации, определяется по формуле (2):

$$\beta = \frac{T_H}{T_B}, \quad (9)$$

где  $T_B$ ,  $T_H$  – соответственно наработка на отказ базового и нового (с более высокими показателями качества) изделий, ч.

Коэффициент  $\delta$  (из формулы (2)), учитывающий срок службы изделия, определяется по формуле (10):

$$\delta = \frac{\frac{1}{t_6} + E_H}{\frac{1}{t_H + E_H}}, \quad (10)$$

где  $t_6, t_H$  – соответственно срок службы базового и нового изделий, год.

Прежде чем решать задачу эффективности, необходимо оценить веса показателей качества продукции. Для этого рассмотрим работу пяти экспертов, которые составили для семи объектов экспертизы  $X$ , следующие ранжирование ряды по возрастающей шкале порядка:

Эксперт № 1 –  $X_5, X_3, X_2, X_1, X_6, X_4, X_7$ ;

Эксперт № 2 –  $X_5, X_3, X_2, X_6, X_4, X_1, X_7$ ;

Эксперт № 3 –  $X_3, X_2, X_5, X_1, X_6, X_4, X_7$ ;

Эксперт № 4 –  $X_5, X_3, X_2, X_1, X_4, X_6, X_7$ ;

Эксперт № 5 –  $X_5, X_3, X_1, X_2, X_6, X_4, X_7$ ;

Место объекта в ранжированном ряду называется его рангом [4]. Эксперты дают ранговую оценку следующим образом: наиболее важный показатель обозначается рангом 1, а наименее значимый – рангом  $m$  ( $m$  – количество оцениваемых объектов). В данном примере  $m=7$ .

При оценивании качества продукции важно обоснованно провести выбор показателей качества. Выбор определяющих показателей качества сводится к нахождению коэффициентов весомости отдельных показателей в общей оценке качества продукции [5].

Оцениваемые экспертами показатели качества: надежность, срок службы, внешний вид, соответствие назначению, прочность, технологические параметры, цена.

Сумма рангов каждого из объектов экспертной оценки будет составлять соответственно:

$$X_1 - 4+6+4+4+3=21;$$

$$X_2 - 3+3+2+3+4=15;$$

$$X_3 - 2+2+1+2+2=9;$$

$$X_4 - 6+5+6+5+6=28;$$

$$X_5 - 1+1+3+1+1=7;$$

$$X_6 - 5+4+5+6+5=25;$$

$$X_7 - 7+7+7+7+7=35.$$

На основании полученных сумм рангов строится обобщенный ранжированный ряд:

$$X_5, X_3, X_2, X_1, X_6, X_4, X_7.$$

Обобщенные экспертные оценки качества рассматриваемых объектов экспертизы, то есть коэффициенты их весомости [6], рассчитываются по формуле (11):

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} X_{ij}}, \quad (11)$$

где  $n$  – количество экспертов;  $M$  – число оцениваемых показателей;  $X_{ij}$  – коэффициент весомости  $j$ -го показателя в рангах (баллах), который дал  $i$ -й эксперт.

Анализируя данные, полученные экспертным методом оценки качества [6], можно не только узнать, какой объект лучше или хуже других, но и на сколько.

После весовой оценки показателей качества продукции необходимо определить годовой экономический эффект от улучшения показателей качества изделия.

Исходные экономические показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Исходные экономические показатели**

Показатели

Базовое изделие

Новое изделие

--

1. Себестоимость единицы работы изделия ( $I_1, I_2$ ), руб.

1800

1750

--

2. Нарботка на отказ ( $T_б, T_n$ ), ч.

2800

3800

--

3. Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений потребителями ( $E_n$ )

0,15

0,15

--

4. Капиталовложение потребителя ( $K_1, K_2$ ), руб.

26 000

30 000

--

Определение коэффициентов технического уровня параметров нового и базового изделий и весомости каждого параметра. Расчет произведен по формуле (1), результат расчета приведен в табл. 2.

**Результаты расчета коэффициентов технического уровня и весомости параметров**

Параметры

Относительная величина параметра

Коэффициент весомости

--

Базовое изделие

Новое изделие

А	0,4	0,8	0,30
Б	0,6	0,6	0,05
В	0,8	1,0	0,30
Г	1,0	0,6	0,10
Д	0,5	0,6	0,25

Определение коэффициентов технического уровня базового  $\omega_6$  и нового  $\omega_n$  изделий по формулам (5), (6):

$$\omega_6 = 0,4 \cdot 0,30 + 0,6 \cdot 0,05 + 0,8 \cdot 0,30 + 1,0 \cdot 0,10 + 0,5 \cdot 0,25 = 0,615;$$

$$\omega_n = 0,8 \cdot 0,30 + 0,6 \cdot 0,05 + 1,0 \cdot 0,30 + 0,6 \cdot 0,10 + 0,6 \cdot 0,25 = 0,780.$$

Определение коэффициента эквивалентности по формуле (4):

$$\omega = 0,780 / 0,615 = 1,27.$$

Определение коэффициента, учитывающего повышение надежности изделия по формуле (8):

$$\beta = 3800 / 2800 = 1,36.$$

Определение коэффициента, учитывающего повышение качества изделия, по формуле (3):

$$\gamma = 1,27 \cdot 1,36 = 1,73.$$

Определение годового эффекта потребления изделия с более высокими техническими параметрами по формуле (2), руб.:

$$Э_{\text{потр}} = (1800 + 0,15 \cdot 26000) \cdot 1,73 - (1750 + 0,15 \cdot 30000) = 3611 \text{ руб.}$$

**Результаты**

Предложенный алгоритм позволяет определить изделия с более высокими техническими параметрами на основе экспертных оценок и на этой основе рассчитать экономический эффект от улучшения показателей качества изделия, включающих: себестоимость единицы работы изделия, наработка на отказ, нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений потребителями, капиталовложение потребителя.

**Список источников**

1. *Салимова Т. А.* Управление качеством. М.: Омега-Л, 2012. 414 с.
2. Управление качеством: учебник для вузов / С. Д. Ильенкова, Н. Д. Ильенкова, В. С. Мхитарян и др.; Под ред. С. Д. Ильенковой. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. 334 с.
3. *Мазур И. И.* Управление качеством. М.: Высшая школа, 2010. 334 с.
4. *Аристов О. В.* Управление качеством: учебник. М.: ИНФРА-М, 2006. 240 с.
5. *Басовский Л. Е.* Управление качеством. М.: ИНФРА-М, 2006. 212 с.
6. *Миронов М. Г.* Управление качеством. М.: Проспект, 2006. 288 с.

УДК 524.354.04

**М. С. Вечирко**

студент кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИЛЛИСЕКУНДНОГО ПУЛЬСАРА СО ЗВЕЗДОЙ-КОМПАЬНОНОМ

Нейтронные звезды образуются в результате вспышки сверхновой  $m = (10 \div 20)M_{\odot}$  [3]. Плотные нейтронные звезды, наделенные сильным вращением, называют пульсарами (рис. 1) Были обнаружены в радио, рентгеновском и гамма-диапазоне длин волн электромагнитного спектра.

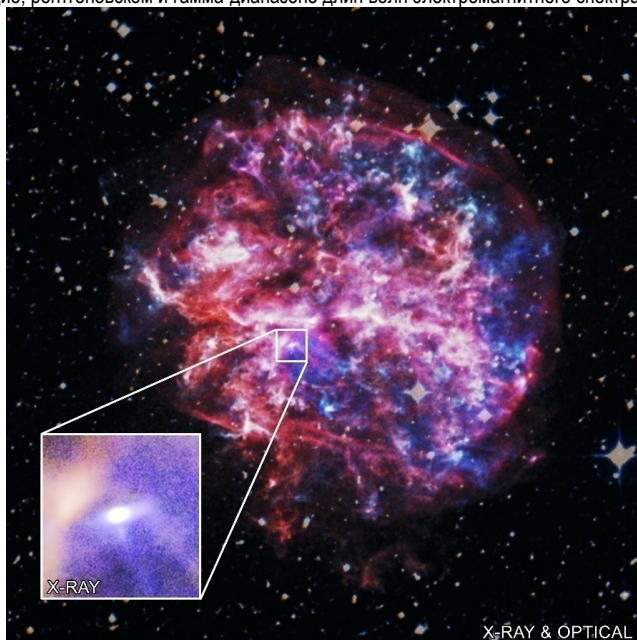


Рис. 1. PSR J1124–5916 (SNR G292.0+1.8) в рентгеновском диапазоне.  
Снимок космического телескопа Чандра. 15 июня 2022 года

Пульсар с периодом вращения  $T = (1 \div 10)$  мс – обозначим МСП [1]. По наиболее распространенной теории их образования такой пульсар постепенно увеличивает угол сноса благодаря аккреции вещества со звезды-компаньона [7]. Класс двойных пульсаров с полувыврожденными звездами-компаньонами получил название «пульсаров-пауков» [8]. Эти объекты классифицируются либо как «черные вдовы», если  $m > 0,1M_{\odot}$ , либо как «красноспинники», если звезда массивнее. Примеры миллисекундных пульсаров и их характеристики указаны в табл. 1.

Из более чем 3000 пульсаров, известных в настоящее время, только 300 находятся в двойных системах, и только пять из них в паре с массивными невырожденными спутниками, как пульсар PSR J2108+4516 [6]. Наблюдения проводились в течение трех лет (20 октября 2018 – 3 сентября 2021 г.) Период вращения составляет 0,58 с, период обращения – 269 суток. Обнаружено, что эксцентриситет

орбиты примерно равен 0,09, возраст пульсара оценивается примерно в 2,1 миллиона лет. Поверхностное магнитное поле PSR J2108+4516 составило около  $1,2 \cdot 10^{20} \frac{A}{M}$ .

Таблица 1

Параметры МСП и звезд-компаньонов

МСП	Масса МСП, $M_{\odot}$	Период вращения, мс	Масса звезды-компаньона, $M_{\odot}$	Год открытия, годы
PSR J2317+1439	3,4	-	0,39	2017
PSR J2129-0429	0,2	7,62	0,4	2010
PSR J1325-6253	1,59	28,9	1,25	2022
PSR J1120.0-2204	2	-	0,17	2022
PSR J2322-2650	-	3,5	$10^{-3}$	2017
PSR J2039-56 172	1,6	2,65	0,22	2019
PSR J1853-0842	-	2,15	0,03	2021



Рис. 2. Составной крабовидный пульсар. Оптические данные с космического телескопа Хаббла, рентгеновские изображения с обсерватории Чандра. 4 сентября 2003 года

Отметим что, такое малое количество обнаруженных систем связано с явлением абляции, в результате воздействия пульсара разрушаются верхние слои компаньона, что затмевает и рассеивает радиопульсации МСП. К тому же, яркость системы меняется в течение орбитального периода в зависимости от положения спутника нейтронной звезды по отношению к Земле. Чтобы преодолеть трудности с обнаружением МСП при поиске радиопульсаций, можно напрямую искать пульсации гамма-излучения. В отличие от поиска изолированных МСП, которые можно обнаружить без дополнительных знаний координат, для поиска двойных МСП требуются ограничения на орбитальные координаты и долгосрочный мониторинг оптической кривой блеска звезды-компаньона для измерения орбитального периода с достаточной точностью, чтобы связать фотометрическую кривую блеска с кинематической орбитальной фазой пульсара (рис. 2) [4].

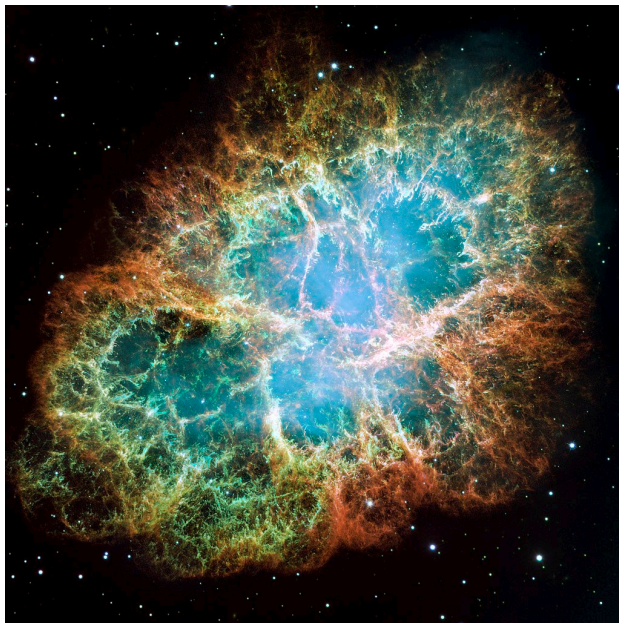


Рис. 3. Крабовидная туманность – пример туманности с ветром пульсара.  
Снимок космического телескопа Хаббл. 9 сентября 2018 года

Под действием сильного магнитного и/или индуцированного полей с поверхности нейтронной звезды вырываются потоки пульсарного ветра (рис. 3) [2], состоящего из заряженных частиц с релятивистскими скоростями. Пульсарный ветер в межзвездном пространстве создает стоячую ударную волну, где он замедляется до субрелятивистской скорости.

Вкратце, взаимодействие МСП со звездой-компаньоном уменьшает энергию вращения нейтронной звезды и увеличивает воздействие на атмосферу ее компаньона. Пульсарный ветер разрушает верхние слои компаньона. Истекающее вещество превращается в плазму, окружающую всю систему, что усложняет изучение таких систем.

#### Список источников

1. Millisecond Pulsar. URL: <https://astronomy.swin.edu.au> (дата обращения: 17.06.2022).
2. The theory of Pulsar Wind Nebulae: recent progress. URL: <https://arxiv.org> (дата обращения: 29.10.2022).
3. Neutron Stars. URL: <https://www.nationalgeographic.com> (дата обращения: 29.10.2022).
4. Discovery of the gamma-ray millisecond pulsar PSR J2039-5617 confirms its predicted redback nature. URL: <https://academic.oup.com> (дата обращения: 17.06.2022).
5. Lists all published and unpublished millisecond pulsars. URL: <http://astro.phys.wvu.edu> (дата обращения: 24.06.2022).
6. Discovery of a Binary Pulsar with a Massive Non-Degenerate Companion. URL: <https://arxiv.org> (дата обращения: 29.10.2022).
7. How to Make a Millisecond Pulsar. URL: <https://public.nrao.edu> (дата обращения: 24.06.2022).
8. Record-breaking 'black-widow'. URL: <https://www.space.com> (дата обращения: 18.12.2022).



УДК 004.738.5

**А. Д. Гаврилова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ****Введение**

Концепция Интернета вещей заключается в объединении физических объектов, подключенных к Интернету и обменивающихся данными. Интернет вещей значительно улучшает и упрощает многие сферы нашей жизни, в том числе и профессиональные.

Все объекты, которые имеют сетевой адрес и возможность передавать данные по сети, собирают и обрабатывают их по беспроводной сети без участия человека.

На фоне глобальной цифровизации, развитию беспроводной связи, смартфонов, датчиков и сетевых технологий Интернет вещей набирает популярность в различных отраслях промышленности. На отечественных производственных предприятиях Интернет вещей занимает важное место в процессе цифровой трансформации. Внедрение этой концепции может способствовать оптимизации основных процессов, комплексному улучшению, предупреждению и предотвращению неблагоприятных событий.

Если говорить о долгосрочном внедрении Интернета вещей на производственных предприятиях, обмен данными и информацией между устройствами и сторонами в режиме реального времени являются ключевым элементом «Умного производства». Новая концепция будет связана с экономией материалов и ресурсов, как следствие, оптимизацией расходов на производственные затраты, кроме того новые технологии будут способствовать анализу и коррекции затраченных объемов электропотребления для создания продукции, будет автоматизирован процесс анализа динамики и структуры производственных процессов, контроль и готовность к изменениям в связи с потребностями рынка.

Учитывая, что потребительские предпочтения изменяются очень быстро, предприятия должны иметь ресурсы для того, чтобы мгновенно подстраиваться под новые тенденции, этому могут способствовать современные технологии и переход к «умному производству». На рис. 1 представлена концепция взаимодействия «умного производства» и потребителей, посредством использования Интернета вещей.

Интернет вещей способствует одновременной концентрации на всех направлениях развития предприятия, с учетом внутренних и внешних факторов, от которых зависит результат предприятия.

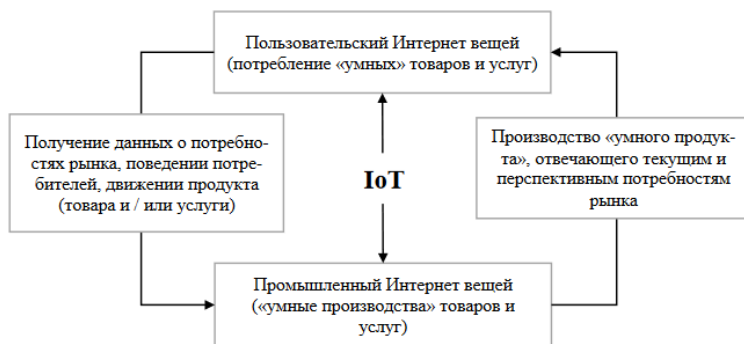


Рис. 1. Концепция взаимодействия «умного производства» и потребителей, посредством использования Интернета вещей

Любое «умное производство» основано на совокупности внедренных технологий, взаимодействующих между собой, описанных в табл. 1.

Таблица 1

**Технологии «умного производства»**

<i>Технология</i>	<i>Описание технологии</i>
Межмашинная связь и smart-устройства	Оборудование, аппараты, устройства, которые могут взаимодействовать как между собой, так и с персоналом предприятия
Smart-архитектура бизнес-процессов	Производственная, управленческая и обеспечивающая среда предприятия, поддерживаемая с помощью Интернета вещей, технологий big-data и облачного хранилища данных
Smart-логистика	Логистические инструменты разумного движения от внутренней логистики, реагирующей на неожиданные изменения к внешней среде
Smart-энергетика	Интеллектуальные инфраструктуры производств с использованием Интернета вещей должны сами реагировать на изменения в области энергопотребления

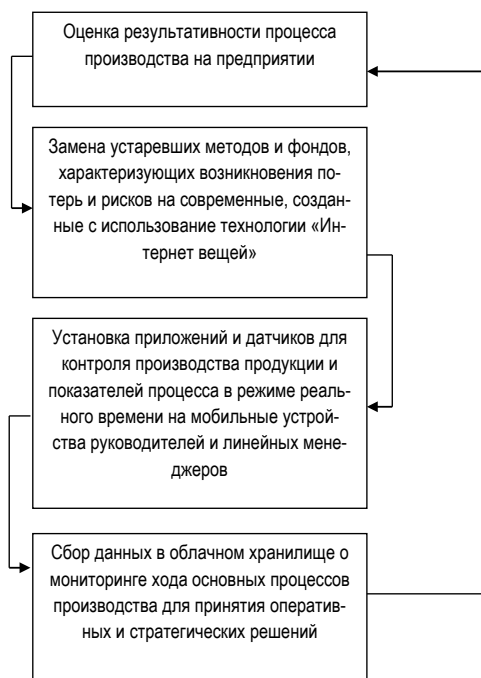


Рис. 2. Схема повышения эффективности процесса производства продукции на производственном предприятии

На сегодняшний день существует несколько практических решений, которые могут быть приняты для внедрения в целях повышения эффективности предприятия, а также оптимизации его основных процессов и сокращению затрат.

Использование Интернета вещей при внедрении на производственные предприятия способствует кардинальным изменениям подходе управления бизнес-процессами. Более того, внедрение smart-регистраторов и smart-сенсоров позволяет осуществить дистанционный мониторинг данных производственных процессов. Полученные данные могут сохраняться и анализироваться сразу в облачном хранилище. Результаты и сообщения об ошибках могут поступать сразу на мобильное приложение руководителям предприятия, либо линейным менеджерам, что позволит провести оценку в режиме реального времени и в срочном порядке произвести корректирующие и предупреждающие воздействия, в целях исключения возможных повторений. На рис. 2 отображена общая схема повышения эффективности основного процесса производства на предприятии.

По результатам идентификации всех данных, проводится анализ показателей процесса, под влиянием внедренных технологий, данные связывают и принимается наиболее эффективное решение. Ответственные лица определяют особо уязвимые участки и затем на высшем уровне принимается завершающее решение по оптимизации процесса производства продукции и участков, которые негативно влияют на развитие компании в целом.

Промышленный Интернет вещей подразумевает оснащение встроенными датчиками все большее количество производственных объектов. Это позволяет передавать большие объемы данных как между машинами, так и централизованным системам контроля, осуществить децентрализацию систем аналитики и принятия решений, обеспечивая работу в режиме реального времени. По этим причинам Интернет вещей идеально подходит для повышения уровня промышленной автоматизации на предприятиях. Датчики, ответственные за мониторинг рабочего оборудования и отправку данных в облачные системы хранения данных, также способны запускать или останавливать эксплуатацию машин и механизмов при необходимости

В «умной производстве» эта концепция доводится до автоматизма и работает на постоянно основе, что способствует постоянному улучшению продукции и процессов, и соответственно ожиданиям рынка и потребителей. Благодаря этому производственные предприятия, которые внедрили Интернет вещей сокращают «потери» оптимизируют время и качество готовой продукции, что помогает им занимать лидирующие позиции на рынках и достигать экономически значимых результатов.

Промышленный Интернет вещей – это новая реальность в производственной индустрии, способствующая реализации решений по:

— обеспечению свободного доступа к информации из любого места, в любое время и на любом устройстве, что способствует оперативному принятию решений;

— экономии денежных средств (связь между электронными устройствами упрощается, экономя время и деньги бизнеса);

— автоматизации, повышению качества результата и снижению уровня вмешательства человека.

Современные технологии находятся в процессе непрерывного развития, и предприятия разных отраслей отдадут приоритет развитию разных технологий. Вскоре предприятия с автоматизированными киберфизическими системами придут на смену нынешним. Ожидается, что четвертая промышленная революция наступит до конца первой половины XXI века.

#### Список источников

1. Интернет вещей: достоинства, вызовы и перспективы. URL: <https://mentamore.com/iot/internet-of-things.html?ysclid=ifraku05ix637586217> (дата обращения: 18.03.2023).

2. Роль Интернета вещей в условиях перехода к четвертой промышленной революции. URL: [https://artificulus-info.ru/wp-content/uploads/2019/02/1\\_2019o\\_Hayrullin-Zaripova.pdf](https://artificulus-info.ru/wp-content/uploads/2019/02/1_2019o_Hayrullin-Zaripova.pdf) (дата обращения: 18.03.2023).

3. Интернет вещей на промышленном предприятии. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41192332\\_89514596.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41192332_89514596.pdf) (дата обращения: 18.03.2023).

4. Промышленный Интернет вещей – базовая технология цифрового предприятия. URL:

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50255332\\_11794564.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50255332_11794564.pdf) (дата обращения: 18.03.2023).

5. Способ осуществления связи посредством Интернета вещей, устройство на стороне сети и терминал Интернета вещей. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_40988762\\_60793588.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_40988762_60793588.pdf) (дата обращения: 18.03.2023).

6. Концепции, приложения и задачи использования Интернета вещей. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_49204748\\_78992440.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49204748_78992440.pdf) (дата обращения: 18.03.2023).

УДК 523.44

**Р. А. Горшков**

студент кафедры прикладной математики

**Д. А. Трезуб**

студент кафедры прикладной математики

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### НОВЕЙШИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ ИМПАКТНЫХ СОБЫТИЙ

Несмотря на то что большинство космических объектов, проникающих в атмосферу Земли, не более метра в диаметре, а более или менее крупные астероиды (диаметр от 20 м) падают на планету один-два раза за сто лет, столкновение Земли с крупным астероидом однозначно приведет, если не к уничтожению цивилизации, то к массовой катастрофе из-за ударной волны, резкого похолодания, которое будет вызвано из-за выброса в атмосферу породы, землетрясения в случае падения астероида на поверхность или цунами в случае падения его в океан.



Рис. 1. Тройной астероид Флоренция (3122 Florence), один из потенциально опасных астероидов

Объект считается потенциально опасным, если его минимальное расстояние пересечения орбиты по отношению к Земле менее 0,05, а диаметр более 140 метров.

Таблица 1

#### Потенциально опасные астероиды

Обозначение	Год открытия	Диаметр, км	МРПО
(4953) 1990 MU	1990	3	0.0264
3122 Florence (рис. 1)	1981	5	0.0443
(16960) 1998 QS <sub>52</sub>	1998	4	0.0144
4183 Cuno	1959	4	0.0282
3200 Phateon	1983	5.8	0.0194
(242450) 2004QY <sub>2</sub>	2004	3	0.0469
(89830) 2002 CE	2002	3.1	0.0277
(137427) 1999 TF <sub>211</sub>	1999	2.9	0.0179
(111253) 2001 XU <sub>10</sub>	2001	3	0.0293
(53319) 1999 JM <sub>6</sub>	1999	7	0.0235
1981 Midas	1973	2	0.0045

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Обозначение	Год открытия	Диаметр, км	МРПО
2201 Oljato	1947	2.1	0.0030
(90075) 2002 VU <sub>94</sub>	2002	2.2	0.0301
4179 Toutatis	1989	2.5	0.0061
(159857) 2004 LJ <sub>1</sub>	2004	3	0.0168
(85713) 1998 SS <sub>49</sub>	1998	3.5	0.0023
4486 Mithra	1987	2	0.0463
1620 Geographos	1951	2.5	0.0301
(415029) 2011 UL <sub>21</sub>	2011	2.5	0.0192
(242216) 2003 RN <sub>10</sub>	2003	2.5	0.0096
12923 Zephyr	1999	2	0.0211
(52768) 1998 OR <sub>2</sub>	1998	2	0.0157

Не так мало случаев обнаруживается уже после падения на Землю. 2 января 2014 года астероид (2014 AA) диаметром 2–4 метра обнаружили за 21 час до входа в атмосферу.

Существует 4 этапа защиты Земли от импактных событий:

1. обнаружение потенциально опасных объектов;
2. расчет траектории и вероятности столкновения с Землей;
3. оценка последствий;
4. противодействие опасным объектам, в случае риска для населения.

Организация «Центр малых планет» собирает данные наблюдений малых тел Солнечной системы, вычисляет их орбиты и публикует информацию. Наиболее хорошие результаты в этой области достигнуты следующими проектами: LINEAR (рис. 2), Catalina, NEAT, Spacewatch, LONEOS, Pan-STARRS, в России функционирует система обнаружения дневных астероидов «Сода».



Рис. 2. Лаборатория LINEAR

Расчет траектории выполняется по различным способам, например, по методам Монте-Карло и сводится к итерационному уменьшению области неопределенности. Со временем поступают новые данные, и эта область уменьшается, и изначально попадавшая в нее Земля может оказаться снаружи. Это отменяет угрозу.

Минимизация рисков включает в себя эвакуацию из опасной зоны столкновения. Например, при падении астероида 2008TC3 в Нубийскую пустыню его удалось обнаружить за 20 ч до падения и за 13 часов до падения эвакуировать опасную область.

*Способы противодействия опасным объектам по разработанной системе эшелонов академика В. П. Макеева*

1. Дальний эшелон – до столкновения от года до нескольких десятилетий. Способы защиты: ядерный взрыв для смещения или уничтожения космического объекта, направленное лазерное излучение (концепция DE-STAR), покрытие астероида материалами для увеличения солнечного давления, торможение астероида облаками частиц.

2. Средний эшелон – до столкновения не более года. Способы защиты: метод кинетического удара, гравитационный буксир, ракетные ускорители.

3. Ближний эшелон – непосредственная близость с объектом. Способы защиты – метод кинетического удара.

Аппарат DART (NASA) разработан для смещения астероида с орбиты посредством кинетического удара. Его целью станет луна околоземного бинарного астероида 65803, которая хоть и не представляет угрозы для Земли, но является объектом для подобного эксперимента. Аппарат был запущен в 23 ноября 2021 года. Предполагалось осуществить столкновение аппарата с астероидом 26 сентября – 1 октября 2022 года. Из-за задержек столкновение произошло 2 октября. Наблюдение было выполнено с помощью искусственного спутника – CubeSat (Италия), изображение которого представлено на фотографии (рис. 3). Помимо тестирования метода кинетического удара целью эксперимента также была корректировка методов оценки изменения орбитального периода.



Рис. 3. Изображение столкновения с LICIAcube

По результатам эксперимента время, которое требовалось Диморфосу для совершения полного оборота вокруг Дидима уменьшилось на 32 минуты, что превысило порог успеха на 73 секунды. Это показало эффективность метода в борьбе с импактными событиями, а также дало толчок в развитии методов подсчета изменения орбитального периода, благодаря точным данным о точке столкновения и траектории движения астероида после удара.

#### Список источников

1. Yandex: Potential hazardous object. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Potentially\\_hazardous\\_object](https://en.wikipedia.org/wiki/Potentially_hazardous_object) (дата обращения: 06.05.2022).
2. Волков А. В., Острейковский В. А. Обзор современных подходов к защите Земли от космических угроз // Вестник кибернетики. 2019. № 4.
3. Yandex: 3122 Florence. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/3122\\_Florence#:~:text=3122%20Florence%20is%20a%20stony,ecliptic.%20Florence%20has%20two%20moons](https://en.wikipedia.org/wiki/3122_Florence#:~:text=3122%20Florence%20is%20a%20stony,ecliptic.%20Florence%20has%20two%20moons) (дата обращения: 19.01.2023).
4. Зигуненко С. Н. Угроза из космоса. Метеориты в истории человечества. М.: Вече, 2014. 304 с.
5. Yandex: NASA DART Imagery Shows Changed Orbit of Target Asteroid. URL: <https://www.nasa.gov/feature/nasa-dart-imagery-shows-changed-orbit-of-target-asteroid>.

УДК 33

**А. И. Гурьянов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. В. Курлов**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### **БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

На современном этапе развития экономики стабильность положения предприятия в конкурентной среде зависит от его финансовой устойчивости, которая достигается непосредственно благодаря повышению эффективности производственной деятельности. Сегодня в практике управления организацией сформировался ряд путей повышения эффективности ее деятельности, которые предполагают в свою очередь минимизацию затрат, совершенствование организационной структуры, а также стимулирование инвестиционной деятельности. Хотя при всем этом в условиях формирования единого рыночного пространства, а также в результате усиления конкурентной борьбы выдвигаются новые требования к проблеме повышения эффективности деятельности организации.

Стало быть, качественно новый уровень эффективности производства, достижение стабильности финансового положения хозяйствующих субъектов, доведение соответствующих качественно-стоимостных характеристик производимой продукции до конкурентоспособного уровня в рамках глобального рынка могут быть обеспечены благодаря внедрению на предприятиях промышленного комплекса инструментов и принципов бережливого производства, сформированного на основе лучшего опыта компаний-лидеров.

Рассматривая историю появления концепции бережливого производства, стоит отметить, что причиной ее зарождения стало послевоенное положение Японии. Население в те времена было неплатежеспособно, чтобы платить за автомобили, выпущенные массовым производством. Именно в данный период времени были необходимы масштабные усилия относительно восстановления промышленной сферы, инфраструктуры, а также государства в целом, а ресурсы были очень ограничены. В таких сформировавшихся условиях основатель концепции, Тайити Оно, внедрил свою систему управления «Канбан» на заводах компании Toyota в середине 1980-х годов [1, с. 25]. Немного позднее американские исследователи преобразовали Toyota production system в систему Lean manufacturing, которая включает не только наработки концерна Toyota, но и передовой опыт компаний «Форд», трудов Ф. Тейлора и Э. Деминга.

Понятие «бережливого производства» впервые было употреблено Дж. Краффчиком, который являлся членом группы исследователей Массачусетского Технологического Института. Так, ученый понимал под ним «концепцию, которая предполагает вовлечение в процедуру оптимизации каждого работника». Он также отмечал, что подобная схема нацелена на максимальное ориентирование в сторону потребителя. В данном Институте была сформирована «Международная программа Автомобили», которая была организована крупнейшими предприятиями, осуществляющими свою деятельность в сфере автомобилестроения в 1985 году в США. Связано это было с успешным выходом организации «Toyota» на американский рынок автомобилей [2, с. 214].

Д. Вумек в свою очередь понимает под бережливым производством «прорывный подход к менеджменту и управлению качеством, который способен обеспечить долговременную конкурентоспособность без каких-либо существенных капиталовложений» [3, с. 14].

И. В. Логинова при рассмотрении бережливого производства акцентирует внимание на потерях, и трактует его как «концепцию менеджмента, которая основана на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь» [2, с. 213].

По моему мнению, под бережливым производством следует понимать систему организации производства, которая направлена непосредственно на непрерывное совершенствование деятельности предприятия и достижение ее долгосрочной конкуренции.



Исходя из представленных подходов к понятию «бережливое производство», выделим наиболее важные ему характерные черты:

- бережливое производство всегда направлено на минимизацию стоимости производства товара или услуги для предприятия за счет снижения потерь, но без потери стоимости и качества для потребителя;

- за счет введения системы бережливого производства, предприятие должно занять более конкурентную позицию на рынке среди своих конкурентов, по средствам минимизации затрат на производство продукции или услуг [4, с. 140].

В основе концепции бережливого производства лежит оценка ценности конечного продукта для потребителя. Именно поэтому все процессы, которые в свою очередь происходят на предприятии, рассматривают с позиции формирования дополнительной ценности. Здесь целью является минимизация процессов и операций в производстве, которые не добавляют ценности продукту, для устранения потери. Выделяют следующие виды потерь:

- от перемещений – подразумевается потеря рабочего времени, обусловленная бесполезным перемещением работников;

- от транспортировки – данные потери связаны непосредственно с не добавляющим ценности производимой продукции нерациональным перемещением различных материалов, полуфабрикатов и информации по производственному участку;

- от чрезмерной обработки – такие потери непосредственно связаны с продуктом, который в свою очередь подвергся в ходе осуществления производства излишней обработке, которая никоим образом не связана с приданием ему свойств, требуемых заказчиком;

- от простоев;

- от перепроизводства, которые в свою очередь были обусловлены характером массового производства;

- от брака;

- от излишних запасов.

На сегодняшний день в России большинство предприятий встало на путь построения производственных систем на основе принципов бережливого производства, среди них можно выделить такие, как ОАО «АВТОВАЗ», ОАО «РЖД», ОАО «РУСАЛ», ОАО «Северсталь», ОАО «СИБУР Холдинг» и др.

Так, например, группа ГАЗ более 15 лет внедряла систему lean и смогла достичь следующих результатов:

- уменьшение объема незавершенного производства на 30 %;

- рост производительности труда на 20–25 % ежегодно;

- сокращение потраченного времени на переналадку производственного оборудования до 100 %;

- снижение уровня производственного цикла на 30 %.

В ОАО «РУСАЛ» начала внедряться с 2013 года, где предприятием изначально стало подключать к данной системе своих поставщиков, а именно транспортные организации, поскольку издержки на логистику составляют наибольшую долю в себестоимости их выпускаемой продукции. Данный подход позволил сэкономить компании около 15 % на расходы в течение семи лет [5].

В ПАО «КАМАЗ» в свою очередь внедрение данной концепции также отразилось положительно на деятельности компании. Предприятию удалось получить существенный экономический эффект: снижение такта в 1,5 раза, высвобождение 11 000 шт. крупногабаритной тары, снижение объема запасов на 73 млн рублей, сокращения объема производственных площадей на 30 %.

Важно подчеркнуть, что путь к успеху у данных компаний занял от 7 до 15 лет [5].

Рассмотрим основные технологии бережливого производства, которые можно внедрить на предприятии.

1. *Картирование потока создания ценности.* Данная технология предполагает формирование наглядной и понятной карты создания ценности для потребителя – продукта или услуги. В результате чего получится обнаружить наиболее узкие места на производстве и найти выход к улучшению ситуации в компании.

2. *Вытягивающее поточное производство.* Целью такой технологии является постоянное внимание к управлению запасами и сведение их к минимуму. Такой инструмент поможет минимизировать затраты в компании.

3. *Система CANBAN.* Данная технология заключается в том, что подразделение – «заказчик» формирует для подразделения – «поставщика» своеобразную карточку производственного заказа и поставщик в свою очередь будет снабжать заказчика точным объемом сырья или продукции, которое было заказано. Стало быть, при использовании такой технологии промежуточные склады и склады готовой продукции уменьшаются вплоть до нуля. Но использование этого инструмента предполагает непосредственно высокий уровень согласованности между звеньями цепи поставок.

Также отметим, что благодаря использования такой технологии бережливого производства можно своевременное выявить брак в производстве процессе, который при массовых поставках порой скрыт. Стало быть, целью CANBAN выступает не только «ноль запасов», но и «ноль дефектов».

4. *KAIZEN.* Суть данной технологии бережливого производства состоит в том, что каждый работник, от оператора до руководителя предприятия, несет конкретную ценность и стремится улучшить ту часть процесса, за которую он несет в свою очередь ответственность [6, с. 105].

5. *Just in time (точно в срок).* Эта технология подразумевает под собой изготовление и поставку сырья, деталей и комплектующих не ранее и не позднее момента возникновения потребности в данных материальных ценностях. Данный инструмент позволяет минимизировать остатки сырья на производственных складах, затраты на хранение и перемещение, а также позволяет повысить денежный поток.

6. *Система 5S.* Такая технология характеризует продуктивную организацию рабочего места и укрепления рабочей дисциплины на предприятии.

7. *Быстрая переналадка.* Данная технология направлена на сокращение времени простоя производственного оборудования во время переналадки благодаря преобразованию внутренних операций во внешние.

8. *Система общего обслуживания оборудования.* Это технология бережливого производства заключается в том, что в обслуживании самого производственного оборудования принимает участие весь персонал компании, а не только технические работники.

9. *Гемба.* Данный инструмент призван регулярно напоминать, что главное действие («сражение») происходит не в головном офисе предприятия, а непосредственно в производственных цехах. Это запланированный или же незапланированный выход руководителей на производство, позволяющий в свою очередь повысить вовлеченность руководящих звеньев в производственный процесс, получить информацию «из первых рук», сократить расстояние между сотрудниками предприятия и руководителями.

Стало быть, внедрение и освоение системы бережливого производства на предприятии подразумевает приобретение для него таких преимуществ, как:

- минимизация потерь;
- минимизация себестоимости производимой продукции;
- определение ценности конкретного продукта компании;
- стремление к совершенству;
- уменьшение трудоемкости при сохранении или повышении имеющегося уровня производительности труда;
- улучшение качества производимой продукции предприятием;
- увеличение доходности предприятия и др.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что в результате внедрения системы бережливого производства на практике можно ожидать не только улучшение финансового положения предприятия и повышение его финансовой устойчивости, конкурентоспособности, но и представится конечно же возможность для решения такой важной задачи, как рациональное использование природных ресурсов. Минимизируя временные потери, у предприятий появляется возможность производить больше, а, следовательно, предприятие может увеличить свою производительность без привлечения дополнительных инвестиционных вложений. Также данная технология предоставляет предприятиям добиваться главного, а именно развивать людей, формировать кадровый резерв, а также передавать опыт лучших

работников следующим поколениям. При всем этом решается задача не просто выжить в текущей непростой ситуации, но и воспитать поколение производственного и управленческого персонала таким, которые смогут справиться с вызовами будущего.

#### Список источников

1. *Устичева Е. Г.* Организация инновационного процесса методов повышения эффективности труда в России // Вопросы инновационной экономики. 2017. Т. 4. № 3. С. 22–35.
2. *Логина И. В.* Анализ проблем внедрения бережливого производства // Вузовская наука в современных условиях: сб. материалов 53-й науч. техн. конф. У.: УлГТУ, 2022. С. 213–215.
3. *Вумек Дж.* Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Диджитал, 2018. 650 с.
4. *Дорофеев М. О.* Бережливое производство // Форум молодых ученых. 2022. № 5. С. 147–153.
5. От малого к великому (Производственная система РУСАЛа) // Алгоритм успеха. URL: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/systems/ps-rusal](http://www.up-pro.ru/library/production_management/systems/ps-rusal) (дата обращения: 04.03.2023).
6. *Имаи И.* Кайдзен: ключ к успеху японских компаний. М.: Альп. Бизнес Букс, 2019. 274 с.

УДК 65.01

**А. И. Гурьянов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. В. Курлов**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ИННОВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

### Введение

На современном этапе развития цифровизация стала движущей силой изменений в различных сферах деятельности, скорость данных изменений с каждым днем ускоряется. Так, например, известной технологической компании Apple Inc. было необходимо пять лет для того, чтобы коренным образом изменить музыкальную индустрию, на сегодняшний день компания является самой дорогой в мире и стоит порядка 744 млрд долларов. За всю историю своего существования данная корпорация смогла приобрести 103 проекта, в то время как главный конкурент корпорации Google приобрела 232 компании.

Однако если пользователям цифровых технологий необходимо всего несколько месяцев для принятия различного рода нововведений и адаптации к ним, то корпорациями и компаниями требуется намного больше времени. Так, одним из ключевых таких изменений выступает адаптация системы HR-менеджмента, поскольку новые технологии, например, специальные мобильные приложения и различные онлайн платформы, могут позволить менеджерам по персоналу вносить определенные коррективы в свои управленческие методы.

### Материалы и методы

Теоретической основой исследования послужили работы таких авторов, как и Meyer P. в своей работе «Agility Shift: Creating Agile and Effective Leaders, Teams, and Organizations» описывает создание гибких и эффективных лидеров, команд и организаций, как правильно внедрять цифровые технологии в современные компании, Zhu P. в своей работе «Digital Agility: The Rocky Road from Doing Agile to Being Agile» также описывает необходимость внедрения цифровых технологий в компании.

В работе были использованы следующие методы научного исследования: изучение и анализ документов, экспертный метод, наблюдение, статистические методы, анализ, синтез.

В современной науке и практике управления человеческими ресурсами происходит постоянный процесс модернизации, обновления и поиска новых подходов, а также концепций, идей в сфере работы с кадровым составом компаний. В то же время недостаточное изучение вопросов, касающихся инновационного цифрового HR-менеджмента, приводит непосредственно к тому, что потребности организаций в них в полной мере не удовлетворяются, что в свою очередь уменьшает эффективность их действия.

### Результаты

На протяжении длительного времени эксперты обсуждают тренд диджитализации в сфере управления персоналом. Так, согласно статистическим сведениям Grand View, международный рынок технологических инноваций в сфере HR достиг 24,9 млрд долларов в 2022 году и согласно данным прогнозов его рост к 2025 году будет достигать 30 млрд долларов (рис. 1).

Компания Coleman Services провела исследование под наименованием «Уровень развития цифровых технологий в HR», благодаря которому было выявлено как компании автоматизируют функции управления персоналом (рис. 2).

В данном исследовании приняли участие специалисты отделов персонала из 69 производственных и непроизводственных компаний. Говоря об общем уровне развития диджитализации в сфере управления человеческими ресурсами, стоит отметить, что 62 % компаний только частично автоматизировали в компаниях функции управления персоналом и планируют осуществлять данную модернизацию. 17 % компаний в свою очередь на сегодняшний день еще только начали внедрять цифровые технологии в управление человеческими ресурсами. 10 % респондентов сегодня уже прошли базовый

этап цифрового преобразования и смогли автоматизировать основные функции. 6 % компаний смогли автоматизировать только некоторые функции управления персоналом и не планируют в будущем развиваться в данном направлении. Только 4 % респондентов отметили, что прошли полную цифровую трансформацию и автоматизировали все функции управления человеческими ресурсами.

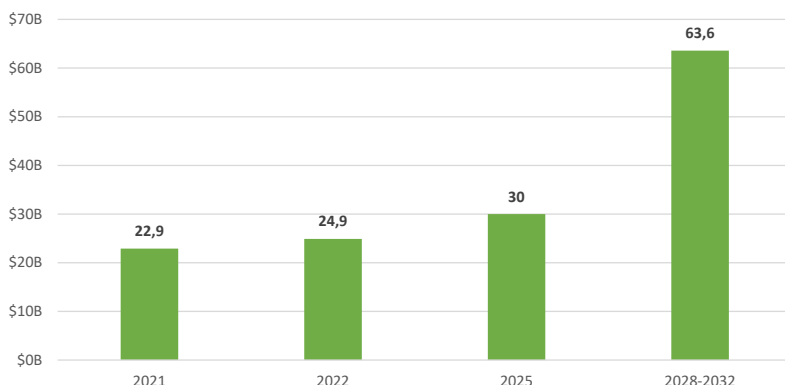


Рис. 1. Динамика объема международного рынка технологических инноваций в сфере HR, млн долл. [1]



Рис. 2. Уровень развития цифровых технологий в HR [2]

Среди HR-функций, автоматизированных организациями, на первой позиции располагается кадровое администрирование – 77 %. Важно заметить, что автоматизированная система имеет ряд характерных преимуществ и сможет в существенной степени облегчить работу отделов по управлению персоналом. Так, например, она ведет учет сотрудников компании, регистрирует приказы, а также следит за предоставлением им отпусков [3, с. 17].

55 % организаций автоматизировали функцию осуществления оценки кадрового состава компании, где главной целью является сформировать наиболее качественный кадровый резерв, который, по нашему мнению, повысит эффективность работы организации и ее производственные мощности.

38 % компаний автоматизировали систему компенсаций и льгот, что в свою очередь поможет сформировать оптимальный и эффективный пакет бенефитов, исходя из потребностей сотрудников компании, и при этом осуществляет контроль за затратами организации [4, с. 270].

При внедрении инноваций в процесс управления трудовой деятельности персонала необходимо широко применять технологии, основанные на использовании цифрового программного обеспечения. Широко применимы на практике взаимодействие по средствам онлайн общения, заполнение электронных анкет, обучение дистанционными способами, трансляции электронных копий персональной документации и другие. Применение электронных баз данных способствует помощи в учете кадровой трудовой статистической информации. Проведение видеоконференций, особенно с участниками из удаленных подразделений, является важным аспектом внедрения инновационного обеспечения процесса трудовой активности персонала. Работа с личными персональными данными сотрудников, взаимодействие в социальных сетях предполагает внедрения инноваций в работу с кадрами. Инновации в кадровой политике организации невозможны без применения цифровых технологий и широкого использования цифровых инструментов [5, с. 145].

Новейшими методами обучения, используемыми в сегодняшних условиях, выступают следующие:

1) *визуализация*. Этот метод обучения имеет 2 формы: проективную и не проективную. В проективную форму входят – показ фильмов, презентаций, видеороликов. Не проективная форма включает – интерактивную доску, карты, и т. д.;

2) *метод симуляции*. Когда в рабочей обстановке разыгрываются ситуации, схожие с реальными. Данный метод дает возможность безопасно изучать этапы, принципы и особенности определенного процесса;

3) *кейс метод*. Это описание реальной ситуации, когда обучаемым предлагают проанализировать сложившуюся ситуацию и ее результат, затем сделать краткие выводы;

4) *ролевая игра*. Используется для закрепления приобретенных знаний, и дает возможность участникам войти в различные роли;

5) *воркшоп*. Это интерактивное учеб. мероприятие, базирующееся на собственной активности обучающихся. Здесь акцент делается на самостоятельном обучении и усиленном групповом взаимодействии;

6) *тренинг*. Этот метод обучения включает в себя комплекс практических упражнений с значительной долей теоретического материала.

Инновационным изменениям подвержены и другие кадровые технологии, применяемые на практике в компаниях. Специалисты HR-служб на каждом этапе используют целый комплекс различных методик и подходов, к примеру, в сфере подбора:

- агрессивный хедхантинг (охота за высококвалифицированными специалистами компаний-конкурентов);

- HR-брендинг – создание привлекательного имиджа компании;

- автоматизированный подбор персонала – применение IT-систем (ATS);

- дистанционный найм – наем на работу удаленных сотрудников;

- использование социальных сетей для поиска персонала.

Для оценки персонала профессиональных качеств сотрудников чаще всего используют следующие методы:

- ассессмент-центр – представляет собой современный метод оценки, который дает наиболее полную и точную информацию о личностных и деловых качествах персонала. Обычно данный метод используют в крупных компаниях;

- тестирование, интервьюирование;

- метод экспертных оценок. Когда к оценке сотрудников привлекают экспертов, которые исходя из собственного опыта и знаний оценивают их.

В настоящий момент можно выделить ключевые тенденции в сфере управления персоналом. Рассмотрим и проанализируем некоторые из этих трендов.

1. Разделение работы и личной жизни. В последнее время в HR-сфере все большую популярность обретают программы, как Well-being, целью которых, как видно из названия, является создание

более комфортных условий для персонала во время их деятельности. Данные технологии позволяют повысить эффективность управления кадрами, но для их применения необходимы:

- цифровизация деятельности коллектива;
- помощь в обустройстве рабочей зоны дома;
- наличие высокоскоростной связи у каждого сотрудника, работающего удаленно;
- поощрение использования новых технологий;
- самостоятельность в выборе способов решения рабочих задач, а также графика работы.

Особую популярность технология обрела во время пандемии, по причине того, что значительное количество специалистов было вынуждено перейти на режим работы онлайн. Именно обеспечение комфортных условий трудовой деятельности и позволяет сохранять эффективность, не нарушая при этом границы личной жизни. При этом данная технология останется востребованной и в дальнейшем, учитывая тенденции глобальной цифровизации.

2. Расширение области реализации для каждого сотрудника. На сегодняшний день HR-инновации нацелены не столько на контролирование решения типовых задач сотрудниками, сколько на предоставлении возможности проявить себя в различных условиях, тем самым расширив область деятельности каждого из них. Такие методы позволяют предприятиям обрести прочную опору, сохраняя при этом «гибкость» в постоянно меняющихся условиях рынка.

3. Введение комбинированного офиса. Создание гибридной модели подразумевает введение дистанционной и очной работы сотрудников с сохранением преимуществ работы на дому и эффективности трудовой деятельности в офисе, что непременно ведет к повышению уровня продуктивности компании.

4. Создание профильных рабочих групп. Для эффективного решения поставленных задач требуется симбиоз профессиональных навыков работников и современных технологий, чему способствует объединение в группы [6, с. 245].

### **Обсуждение результатов**

На современном этапе развития цифровизация стала движущей силой изменений в различных сферах деятельности, скорость данных изменений с каждым днем ускоряется: так, например, известной технологической компании Apple Inc. было необходимо пять лет для того, чтобы коренным образом изменить музыкальную индустрию, на сегодняшний день компания является самой дорогой в мире и стоит порядка 744 млрд долл. За всю историю своего существования данная корпорация смогла приобрести 103 проекта, в то время как главный конкурент корпорации Google приобрела 232 компании.

2. На протяжении длительного времени эксперты обсуждают тренд диджитализации в сфере управления персоналом. Так, согласно статистическим сведениям Grand View, международный рынок технологических инноваций в сфере HR достиг 19 млрд долл. в 2022 году и согласно данным прогнозов его рост к 2025 году будет достигать 30 млрд долл.

3. Говоря об общем уровне развития диджитализации в сфере управления человеческими ресурсами, стоит отметить, что 62 % компаний только частично автоматизировали в компаниях функции управления персоналом и планируют осуществлять данную модернизацию. 17 % компаний в свою очередь на сегодняшний день еще только начали внедрять цифровые технологии в управление человеческими ресурсами.

4. Среди HR-функций, автоматизированных организациями, на первой позиции располагается кадровое администрирование – 77 %. Важно заметить, что автоматизированная система имеет ряд характерных преимуществ и сможет в существенной степени облегчить работу отделов по управлению персоналом. Например, она ведет учет сотрудников компании, регистрирует приказы, а также следит за предоставлением им отпусков.

5. При внедрении инноваций в процесс управления трудовой деятельностью персонала необходимо широко применять технологии, основанные на использовании цифрового программного обеспечения. Широко применимы на практике взаимодействие по средствам онлайн-общения, заполнение электронных анкет, обучение дистанционными способами, трансляции электронных копий персональной документации и другие [6, с. 245].

### Выводы

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что цифровизация будет оказывать влияние на сферу управления человеческими ресурсами в ближайшие несколько лет. Проведенный анализ позволил выявить, что рынок цифровизации в сфере управления человеческими ресурсами не только растет, но и будет задавать вектор развития всей отрасли в ближайшие годы. Благодаря автоматизации цифровых технологий работники отдела персонала смогут выполнять ряд задач, избегая при этом всем ошибок и оптимизируя свою работу на должном уровне. Благодаря автоматизированным технологиям возможно способствовать снижению текучести кадров и повысить лояльность работников компании.

Таким образом, главная задача цифровых технологий в управлении человеческими ресурсами состоит в построении тесных взаимосвязей всех HR-этапов и процессов. Для этого, по нашему мнению, необходимо многое определить и зафиксировать «на берегу»: ожидания компании, необходимые компетенции, возможные пути развития для определенного сотрудника и пр. Только имея четкое понимание на своей стороне получится адекватно выстраивать процесс адаптации и обучения в организации в современных условиях, выбирать необходимые инструменты для реализации задуманного, а также обладать высокой степенью конкурентоспособности в своей сфере деятельности.

### Список источников

1. *Sullivan J.* Доклад на Международном саммите HR – Digital. URL: <http://hrdigital.ru/materials/4.pdf> (дата обращения: 07.03.2023).
2. Официальный сайт компании Coleman Services. URL: <https://www.coleman.ru> (дата обращения: 07.03.2023).
3. *Ситжанова А. М.* Инновации в управлении человеческими ресурсами. М.: Директ-Медиа, 2022. 244 с.
4. *Веприкова М. Я.* Управление человеческими ресурсами современного предприятия // Аллея науки. 2021. № 10. С. 270–273.
5. *Пашина Е. А.* Инновационный подход в управлении персоналом // Эксперт. 2020. № 1. С. 145–151.
6. *Острик В. Ю.* Инновационные направления развития систем управления // Эксперт. 2022. № 1. С. 245–248.



УДК 622.276.6

**Е. Н. Давыдов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

В современном мире нефть и газ являются важнейшими ресурсами для человечества, поскольку используются во многих отраслях промышленности, начиная от топлива для транспорта и заканчивая материалом для производства синтетических пластмасс или лекарств. Данные ресурсы исчерпаемы и довольно ограничены на планете, поэтому используются и разрабатываются методы, позволяющие увеличить интенсивность добычи либо разрабатывать ранее недоступные месторождения для увеличения доступа к столь важным ресурсам.

На сегодняшний день существует только два способа извлечения жидкого топлива из недр земли. Они различаются способом воздействия на нефть: естественное влияние природных сил и механизированное, осуществленное человеком. В том случае, когда топливо вырывается на поверхность земли без человеческой помощи, месторождение относят к местам добычи нефти фонтанным способом.

Если требуются дополнительные манипуляции, вид добычи называют механизированным. Он подразделяется на газлифтный и насосный. Именно к такому виду относится технология гидравлического разрыва пласта. Гидравлический разрыв пласта (ГРП или фрак, от английского *hydraulic fracturing*) является неотъемлемым процессом стимуляции скважины в процессе добычи нефти и газа из сланцевых пород.

Традиционно нефть и газ добывались из песчаных пород, которые обладают высокой пористостью. Нефть в таких породах может свободно мигрировать среди песчинок к скважине. Сланцевые породы, наоборот, имеют очень низкую пористость, а нефть в них содержится в трещинах внутри сланцевого пласта. Задача ГРП – увеличить эти трещины (или образовать новые), дав нефти более свободный путь к скважине. Для этого в насыщенный нефтью пласт сланца под высоким давлением нагнетается специальный раствор (на вид напоминающий холодец), состоящий из песка, воды и дополнительных химических добавок. Под высоким давлением нагнетаемой жидкости сланец образует новые трещины и расширяет уже имеющиеся, а песок (пропант) не дает трещинам сомкнуться, таким образом и улучшается проницаемость пород [1].

ГРП бывает двух видов – пропантный (с использованием песка) и кислотный. Тип ГРП выбирается на основе геологии разрываемого пласта.

Процесс ГРП начинается в смесителе, куда подается песок и вода, а также химические добавки. Все это смешивается до определенной консистенции, после чего подается в насосные установки. На выходе из насосной установки раствор ГРП попадает в блок манифольдов (общий смеситель для всех насосных установок), после чего раствор отправляется в скважину.

Процесс ГРП не проводится за один подход, а проходит этапами. Составлением этапов занимается команда петрофизиков на основе акустического каротажа, как правило, открытой скважины, проведенной во время бурения. В течение каждого этапа каротажная команда ставит в скважине заглушку (Пакер), отделяя интервал ГРП от остальной скважины, после чего производит перфорацию интервала. Затем проходит ГРП интервала, и заглушка снимается. На новом интервале ставится новая заглушка, снова проходит перфорация, и новый интервал ГРП. Процесс ГРП может длиться от нескольких дней, до нескольких недель, а количество интервалов может доходить до сотни.

Данная технология берет свое начало в 1900 году, именно в это время начались первые попытки добычи нефти именно этим способом. И с течением времени технология улучшалась, повышались показатели надежности, эффективности и безопасности.

Однако не существует идеального процесса, и в случае с ГРП это так. Специалисты и общество обвиняют метод как неэкологичный, вредящий окружающей среде. Любая деятельность человека вблизи природных объектов способна привести к их загрязнению.

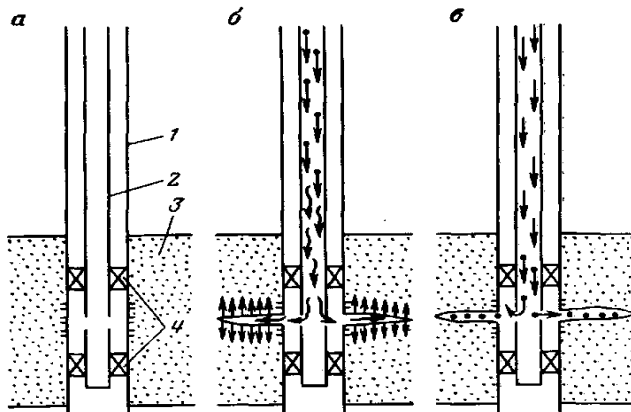


Рис. 1. Схема проведения гидравлического разрыва пласта: а – разработка скважины; б – создание трещины; в – закачка песка; 1 – эксплуатационная колонна; 2 – колонна труб; 3 – пласт сланца; 4 – верхний и нижний пакеры

Использование данного метода является частой и довольно распространенной практикой, поскольку позволяет повысить производительность скважины, дает доступ к большему количеству скрытым в недрах ресурсам. В настоящее время в России проводится около двух тысяч операций по гидравлическому разрыву пласта компанией «Роснефть», а также 2 операции компании «Газпром Нефть» на скважине Южно-Приобского месторождения в Ханты-Мансийском Автономном Округе.

Негативное влияние на окружающую среду, очевидно, проявляется уже на стадии подготовки, поскольку для проведения необходимы изменения рельефа или грунта местности, очистка от деревьев, кустарников и камней для операций на суше. В море же необходимо строить плавучие нефтяные платформы, работы над которыми так же вредят местной экосистеме. Нанесенный ущерб зависит от площади используемой территории [2].

Основное влияние на окружающую среду, конечно, представляет непосредственно сама операция. Преимущественно преобладают следующие факторы:

- *химическое загрязнение.* Как уже было сказано, проппант содержит химические добавки, необходимые для успешного проведения операции. Точный состав неизвестен, так как компании неохотно разглашают такие данные, однако известны некоторые компоненты: персульфат аммония (3 класс опасности), соляная кислота (3 класс опасности), этиленгликоль (3 класс опасности), бензол (2 класс опасности), толуол (2 класс опасности). В основном попадание этих веществ в почву, а как следствие в грунтовые воды случается за счет разливов во время проведения гидравлического разрыва пласта, из-за проблем с целостностью скважины, либо же во время аварий происходит попадание всех веществ в грунтовые воды [3];

- *чрезмерное водопотребление.* Технология гидравлического разрыва пласта требует колоссальное количество воды. Отчет ассоциации по защите окружающей среды Соединенных Штатов Америки приводит статистику, в которой указывается, что за период с 2005 по 2013 годы было проведено 82 000 операций, на которые потребовалось 946 миллиардов литров воды. Конечно, вода неисчерпаемый ресурс, однако перенос водных масс из одной точки в другую негативно сказывается на баланс источника этой воды. Также в процессе вода загрязняется химическими добавками проппанта, и, как было сказано выше, происходит загрязнение окружающей среды;

- *потери метана.* Характер создания трещин во время операции достаточно хаотичен и непредсказуем, из-за возможного образование полостей, через которые газ может проникать в атмосферу. Метан же является причиной усиления парникового эффекта.

Как видно, процесс гидравлического разрыва пласта затрагивает 3 Земные оболочки: атмосферу, гидросферу и литосферу, характер загрязнения последней же достаточно локален, поскольку подвергается загрязнению участок непосредственной разработки месторождения.

В атмосферу приносится относительно малое количество газа, по сравнению с другими отраслями человеческой деятельности, из-за чего вклад в усиление парникового эффекта очень мал.

Наибольшую опасность несет загрязнение грунтовых вод. При таком распаде загрязнители свободно мигрируют на большие расстояния, попадая в различные водные объекты: реки, озера, водохранилища, море, всемирный океан (рис. 2). Конечно, характер распределения сложен, зачастую для поступления в океан необходимо несколько лет, возможно загрязнители никогда не попадут в океан или крупные водные объекты напрямую через водоток, однако вещества, которые не участвуют в химических реакциях, свободно мигрируют через живые организмы, так как не усваиваются ими и обладают аккумуляционным свойством. По трофическим путям такие вещества передаются от одного источника к другому, в итоге могут попасть в организм человека в малых количествах, но способны накапливаться и проявлять токсичное действие [4].

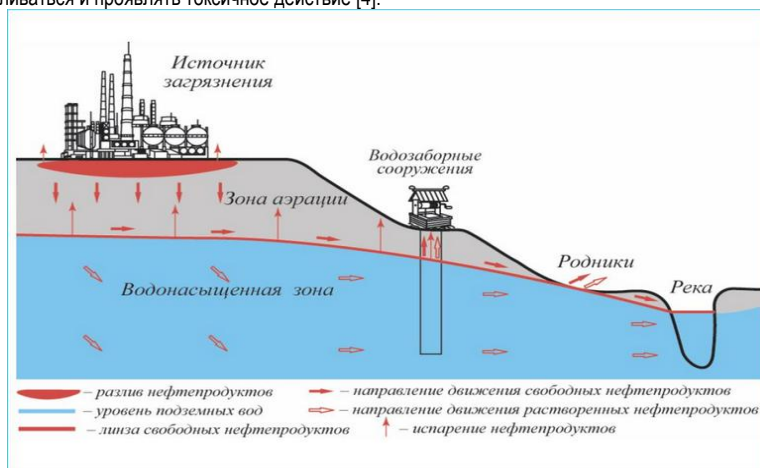


Рис. 2. Миграция загрязняющих веществ в грунтовых водах

Несмотря на отрицательное воздействие на окружающую среду, гидравлический разрыв пласта так же имеет и положительную сторону, как на экологическую обстановку, так и на экономическую составляющую. Гидравлический разрыв пласта позволяет увеличить объем доступных ресурсов, благодаря чему пропадает необходимость в бурении новых скважин. Сокращение потребности в новых скважинах снижает общее воздействие производственных операций на окружающую среду.

Также данный аспект положительно сказывается на экономическом секторе индустрии. В отсутствие ГРП, возрастет острая необходимость в разработке новых мест добычи нефти и газа, вследствие чего вырастут затраты. И в конечном итоге, произойдет вывод из эксплуатации большинства истощенных пластов, добыча из которых станет нерентабельной, что приведет к сокращению ресурсов, и как следствие, рост цен на углеводороды.

В настоящее время метод является наиболее популярным в нефтегазовой отрасли. Порядка 20 стран ежегодно проводят несколько тысяч операция. Однако существуют так же и запреты на государственном уровне для гидравлического разрыва пласта. Так, например, штаты Лос-Анджелес и Нью-Йорк в США запретили применения метода на своих территориях. Также ряд Европейских стран, такие как Франция, Великобритания, Нидерланды ввели полный или частичный запрет на проведение ГРП.

Процесс с самого его создания в 1947 году и по сей день модернизируется, улучшается, стараясь оказывать наименьшее влияние на окружающую среду. Огромные средства вкладываются в изуче-

ние и разработку новых технологий, которые позволят облегчить операции и сэкономить бюджет. Среди них можно отметить картирование местоположения трещин гидроразрыва в пласте путем обнаружения микросейсмических сигналов, вызванных растущей трещиной, а также развертывание и обнаружение электромагнитных частиц, закачиваемых внутрь трещины. Кроме того, началось использование оптоволоконных линий внутри стволов скважин для обнаружения изменений деформации грунта и температуры, вызванных трещинообразованием; использование различных типов химических реактивов для отслеживания движения жидкости гидроразрыва в трещиноватом пласте; измерение и анализ небольших изменений давления, обнаруженных в соседних стволах скважин, вызванных приближающейся трещиной гидроразрыва.

Новым измерением в рамках широкого распространения и технической сложности гидроразрыва пласта стало расширение использования горизонтальных скважин для добычи из коллекторов со сверхнизкой проницаемостью, таких как нетрадиционные сланцевые месторождения США. Обычная практика добычи из этих пластов включает бурение длинных горизонтальных скважин, механическое разделение горизонтального сегмента на несколько изолированных участков и одновременное создание нескольких разрывов внутри каждого изолированного участка на каждом этапе закачки жидкости в пласт. Возможность выполнять столь сложные операции появилась благодаря разработке и интеграции многих передовых механических компонентов в согласованную и функциональную систему [5].

Данный метод позволил сократить экологический ущерб, а также удешевить разработку месторождения за счет сокращения объема буровых работ. Использование технологии нашел некоторое одобрение среди ученых, задав стимул к увеличению темпов разработки и применения инновационных решений.

Технология обладает большим потенциалом, с совершенствованием методик способна все в большей степени уменьшать негативный эффект на окружающую среду.

Таким образом, с точки зрения экологии, процесс гидравлического разрыва пласта на сегодняшний момент все же негативно сказывается на окружающей среде из-за своего химического загрязнения. Характер влияния проявляется в зависимости от территории, на которой проводятся операции, размера пласта, количества скважин. Однозначно можно сказать, что на практике ГРП способен как в долгосрочной, так и в краткосрочной перспективе сделать водные ресурсы не пригодными к употреблению живыми организмами, провоцируя рост болезней, ухудшение состояния, пагубное влияние на экосистемы.

Обеспечение питьевой водой является острой проблемой XXI века. Состояние водных ресурсов на данный момент вызывает тревогу, поскольку в водоемы попадает огромное количество загрязняющих веществ, источником которых является промышленный сектор. Вода является важнейшим ресурсом, так как необходима для поддержания жизни живых существ, является средой обитания огромного количества живых организмов, обеспечивает логистику в мировом масштабе за счет водного транспорта [6].

Исходя из представленных фактов можно сказать что влияние использования гидравлического разрыва пласта является пагубным, ведь привносит новые загрязнители в гидросферу. Накопление загрязняющих веществ создают проблемы на Земле, с каждым годом уменьшая запасы чистой пресной воды, увеличивая траты на очистку, уничтожая водную биомассу.

#### Список источников

1. Желтов Ю. П. Гидравлический разрыв пласта. М.: Гостоптехиздат, 1957. 98 с.
2. Эдер Л. В., Филимонова И. В., Проворная И. В. Основные проблемы инновационного развития нефтегазовой отрасли в области добычи нефти и газа // Бурение и нефть. 2014. № 4.
3. Применение химических веществ при гидроразрыве пласта. Реестр раскрытия информации FracFocus, GWPC и IOGCC. 2014.
4. Кирюхин В. А., Коротков А. И., Пылов А. Н. Общая гидрогеология. Л.: Недра, 1988.
5. Юшков И. Р., Хижняк Г. П., Илюшин П. Ю. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учеб.-метод. пособие. Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2013. 177 с.
6. Алексеев Л. С. Контроль качества воды. М.: ИНФРА-М, 2018. 756 с.

УДК 621.039.6

**Е. Н. Давыдов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК ЭКОЛОГИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

### Введение

В настоящее время человечество испытывает острую необходимость в огромном количестве энергии, выработка которой будет дешевой, эффективной и оказывающей минимальное негативное влияние на окружающую среду. Как известно, энергия необходима для производства электричества – важного компонента, который необходим в быту и производственных процессах.

С ростом численности населения Земли, активным увеличением площади городов, появлением различных электронных приборов, технологических процессов, потребность в электроэнергии резко увеличивается. Если 50 лет назад потребление равнялось около 70 000 ТВт, то в настоящее время показатели выросли в 2,5 раза и продолжают увеличиваться. Как видно из диаграммы (рис. 1), лидером по энергоемкости является промышленный сектор, а как известно, ежегодное производство товаров увеличивается, так как увеличивается потребительский сектор, что связано с уже упомянутым ростом населения и увеличением доступности выпускаемой продукции. Изложенные факты и некоторые другие факты все больше усложняют проблемы обеспечения электроэнергией [1].

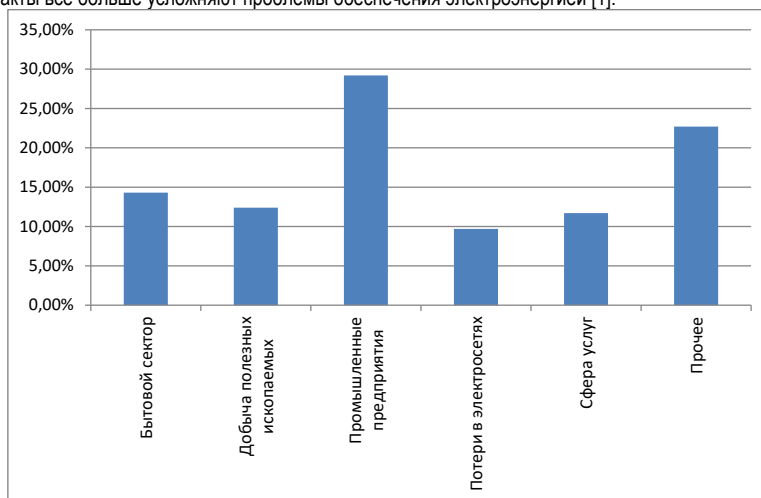


Рис. 1. Распределение электроэнергии по сферам деятельности человека

Основными технологиями по производству электроэнергии являются:

- сжигание топлива в тепловых электростанциях – 61,42 % от общей мировой выработки электроэнергии;
- энергия ядерного распада на атомных электростанциях – 10,72 % от общей мировой выработки электроэнергии;
- энергия движущейся воды на гидроэлектростанциях – 15,01 % от общей мировой выработки электроэнергии;

- альтернативные источники энергии – 12,85 % от общей мировой выработки электроэнергии. Как видно, лидером в сфере получения электроэнергии является известное человеку с древности сжигание полезных ископаемых, а одна из современнейших технологий – контролируемая цепная реакция распада ядер урана – в меньшей доле участвует в выработке электроэнергии.

На тепловых электростанциях (ТЭС) основным топливом являются газ, уголь и нефть. При горении выделяются загрязняющие вещества, являющиеся основными при загрязнении атмосферы, к ним относятся: оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), оксиды углерода ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), углеводороды ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ), альдегиды и прочее. Данные соединения являются токсичными, то есть способными оказать вредное воздействие на живые организмы.

На атомных электростанциях (АЭС) топливом является обогащенный уран ( $^{235}\text{U}$ ), который при распаде в реакторе не создает вредных выбросов, основным воздействием на окружающую среду является сброс горячей воды в водные объекты. Однако ядерные отходы из отработавшего топлива несут огромный вред окружающей среде, и для их захоронения требуются большие площади. На гидроэлектростанциях (ГЭС) используют энергию движущейся воды, для чего возводят плотины, которые являются источником затопления либо же наоборот обмеления больших территорий, что ведет к уничтожению экосистем территорий [2].

На текущий момент все виды предприятий, вырабатывающие электроэнергию так или иначе оказывают негативное воздействие на окружающую среду выбросами вредных веществ, сбросами сточных вод и влиянием на рельеф и экосистемы. В современном мире необходима новая технология, вырабатывающая необходимое количество энергии, с минимальным влиянием на экологическую ситуацию и экономическим потенциалом. Все больше и больше разговоров идет про технологию термоядерного синтеза, конечно, человечество давно использует ее, но в военных целях, применяя термоядерные боевые головки на ракетах. Однако на контролируемый или же управляемый термоядерный синтез ставятся большие надежды, как на экологичный и эффективный источник энергии.

### Физика процесса

Атомные ядра состоят из двух типов нуклонов – протонов и нейтронов. Их удерживает вместе так называемое сильное взаимодействие. При этом энергия связи каждого нуклона с другими зависит от общего количества нуклонов в ядре. У легких ядер с увеличением количества нуклонов энергия связи растёт, а у тяжелых падает. Если добавлять нуклоны в легкие ядра или удалять нуклоны из тяжелых атомов, то эта разница в энергии связи будет выделяться в виде разницы между затратами на осуществление реакции и кинетической энергией высвобождающихся частиц. Кинетическая энергия (энергия движения) частиц переходит в тепловое движение атомов после соударения частиц с атомами. Таким образом, ядерная энергия проявляется в виде нагрева [3].

Протоны в ядре имеют электрический заряд, а значит, испытывают кулоновское отталкивание. В ядре это отталкивание компенсируется сильным взаимодействием, удерживающим нуклоны вместе. Но сильное взаимодействие имеет радиус действия гораздо меньше кулоновского отталкивания. Поэтому для слияния двух ядер в одно требуется сначала их сблизить, преодолевая кулоновское отталкивание. Известно несколько таких способов. В недрах звезд это гравитационные силы. В ускорителях – кинетическая энергия разогнанных ядер или элементарных частиц. В термоядерных реакторах и термоядерном оружии – энергия теплового движения ядер атомов. В настоящее время гравитационные силы не подконтрольны человеку. Ускорение частиц настолько энергозатратно, что не имеет никаких шансов на положительный энергобаланс. И только тепловой метод выглядит пригодным для управляемого синтеза с положительным выходом энергии. Реакция синтеза заключается в следующем: два или более относительно легких атомных ядра в результате теплового движения сближаются настолько, что короткодействующее сильное взаимодействие, проявляющееся на таких расстояниях, начинает преобладать над силами кулоновского отталкивания между одинаково заряженными ядрами, в результате чего образуются ядра других, более тяжелых элементов. Система нуклонов потеряет часть своей массы, равную энергии связи, и по известной формуле:

$$E = mc^2,$$

где,  $m$  – масса;  $c$  – скорость света.

### Потенциал технологии

Атомные ядра, имеющие небольшой электрический заряд, легче свести на нужное расстояние, поэтому тяжелые изотопы водорода являются лучшим видом топлива для управляемой реакции синтеза.

Как видно, продуктом реакции является нетоксичный и нерадиоактивный гелий, нейтрон, представляющий радиационную опасность и выделение большого количества энергии. Опасность для человека в термоядерной реакции (D-T) представляет поток нейтронов, который будет выделяться на протяжении работы реактора. Это сильный поражающий фактор, поскольку нейтроны обладают большой проникающей способностью, но не несут опасность в долгосрочной перспективе, так как время жизни свободного нейтрона составляет 15 минут, а для защиты персонала возможно использовать специальные нейтронопоглощающие материалы.

Увидев, что вред для окружающей среды минимальный, необходимо сравнить выделяемое количество энергии и затраты для осуществления процесса в денежном эквиваленте.

Энергия, выделяемая при синтезе 1 кг дейтерия с тритием, равняется около  $12,7 \cdot 10^9$  кВт·час, что в пятьсот раз эффективнее распада 1 кг урана и примерно в 1,5 миллиона раз эффективнее чем горение 1 кг каменного угля.

Таким образом, всего несколько килограмм топлива способно произвести колоссальное количество энергии, первый компонент – дейтерий встречается в природе практически в неограниченных количествах и его производство не требует значительных затрат, однако тритий в природе встречается в очень малых количествах, получают его промышленным способом путем облучения лития нейтронами в ядерных реакторах. На данный момент мировое производство трития исчисляется несколькими килограммами в год в виду его ненадобности и дороговизны, один килограмм данного вещества стоит около 30 миллионов долларов [4].

Однако, как уже было сказано ранее, для термоядерного синтеза необходимы условия высокой температуры и давления, на создание и поддержание так же требуется энергия, поэтому полезная энергия будет составлять на порядок меньше, о конкретных числах говорить на данный момент невозможно, поскольку лишь в декабре 2022 года ученым удалось получить энергию от термоядерного синтеза большую, чем была передана топливу, однако для питания лазерной установки потребовалось в сто раз больше энергии.

### Сравнение с альтернативными источниками

Управляемый термоядерный синтез имеет больший энергетический потенциал и меньшее влияние на окружающую среду чем сжигание углеводородов и ядерный распад, что ставит эту технологию приоритетнее. Еще одним перспективным направлением энергетики являются альтернативные источники, использующие неисчерпаемые ресурсы, к ним относятся энергии: движущейся воды, ветра, Солнца, биотоплива.

О каждой подробнее: энергия движущейся воды используется на уже упомянутых гидроэлектростанциях, полученное электричество является одним из самых дешевых, поскольку отсутствуют затраты на добычу, переработку и транспортировку топлива за его отсутствием, поток воды раскручивает турбину и вырабатывается электричество. Мощность таких сооружений может достигать тысяч мегаватт, что достаточно много, однако для этого требуется быстрый и большой поток, перекрытие которого влечет к затоплению территорий, из-за чего ГЭС зачастую строят в удаленном месте.

Также энергия воды используется на приливных электростанциях, использующих энергию приливов – фактически кинетическую энергию земли. Кроме того, дешевый и более экологичный источник энергии, который не влечет своей деятельностью затопление территорий, однако очень дорог в строительстве и имеет периодичность выработки, из-за чего должен работать в сети с другими источниками.

В заключение стоит волновая электростанция, использующая кинетическую энергию волн, как и приливная, генерирует дешевую и экологичную электроэнергию, но также носит непостоянный характер выработки и меньшую мощность.

Энергия ветра используется на ветрогенераторах, поток воздуха раскручивает лопасти, прикрепленные к оси, которая в свою очередь вращает электрогенератор. Является дешевым видом электроэнергии, однако для высокой мощности необходимо большое количество ветряков, установленных

в местности с постоянными сильными ветрами, из-за чего устанавливаются либо в удаленные места, либо носят переменный характер выработки.

Энергия солнца используется в солнечных панелях, фотоэлементы превращают энергию фотонов в электричество и подают в сеть. Также генерируется дешевое электричество, однако производство панелей загрязняет среду, они имеют небольшой КПД и, как следствие, имеют непостоянный характер выработки и срок эксплуатации мал.

Таким образом, альтернативные источники энергии безусловно являются экологичным решением, но не эффективным из-за своего периодичного характера и малого энергопроизводства, не способного обеспечить текущие потребности [5].

### **Развитие технологии**

На текущий момент ведутся активные исследования и работы по всему миру, целью которых является воплощение управляемого термоядерного синтеза на постоянной основе с получением большого количества полезной энергии. Многие ученые уверены, данный процесс в перспективе сможет решить энергетическую проблему и обеспечить планету дешевой и практически неиссякаемой энергией. Наиболее крупным проектом является ИТЭР – международный экспериментальный термоядерный реактор, работу над которым производят страны Евросоюза, Россия, США и Япония, находится во Франции. Реактор типа «токамак», является крупнейшим проектом, задачей которого является демонстрация возможности коммерческого использования управляемой термоядерной реакции синтеза.

Вторым крупным проектом является EAST – китайский экспериментальный сверхпроводящий токамак, который принадлежит институту физики плазмы. На данном реакторе проводятся эксперименты над основной проблемой, не дающей реализовать термоядерный синтез, обеспечением условий для протекания реакции. Именно на этом токамаке ученым в 2021 году удалось добиться температуры 70 миллионов градусов Цельсия, которая удерживалась на протяжении 17,5 минуты, что является наибольшим временем удержания плазмы на сверхвысоких температурах [6].

### **Заключение**

Исходя из представленных данных и учитывая текущую ситуацию в энергетическом секторе, процесс управляемого термоядерного синтеза как экологичного источника электроэнергии в теории выглядит многообещающим и потенциальным. Отсутствие вредного воздействия на окружающую среду и экологичность термоядерной энергетики основаны, в частности, на отсутствии выбросов CO<sub>2</sub>. Нарастающее поступление CO<sub>2</sub> в атмосферу от традиционной энергетики – важная проблема в связи с возможным потеплением климата. Высокие показатели выработки энергии делают процесс одним из самых потенциальных в решении проблемы обеспечения планеты зеленой энергией.

Таким образом, в настоящее время человечество удовлетворяет свои потребности в энергии, главным образом сжигая нефть, газ и уголь. Однако легкодоступные и дешевые их запасы ограничены: с учетом роста потребления энергии они могут быть в значительной мере исчерпаны уже в обозримом будущем. Исчерпание не возобновляемых ресурсов, в том числе и урана для АЭС на тепловых нейтронах, рано или поздно вынудит обратиться к термоядерным электростанциям как экологичным и безопасным. Термоядерная энергетика в первую очередь могла бы развиваться там, где в силу разных причин нельзя строить АЭС.

### **Список источников**

1. Тен М. Г. Мировая энергетика: современное состояние и прогноз развития // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС.
2. Энергетика в экономике XXI века. М., 2010.
3. Ильгисонис В. И. Управляемый термоядерный синтез // Большая российская энциклопедия. 2017.
4. Энциклопедия по машиностроению XXL. Атомная промышленность. Производство дейтерия и трития. URL: <https://mash-xxl.info/info/583026/> (дата обращения: 15.04.2023).



5. *Иванова А. Ю.* Альтернативные источники в энергетике: виды и принципы функционирования // Международный научный обзор. 2016.
6. *Бурдаков А. В.* О настоящем и будущем термоядерной энергетики // Наука из первых рук. 2017. Т. 5. № 6. С. 64–74.

УДК 005.6

**К. А. Дементьев**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ОДНОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

### **Введение**

Однопользовательские информационно-развлекательные ресурсы (ОИР) становятся все более популярными в современном мире. Они представляют собой различные приложения, игры, онлайн-сервисы, направленные на удовлетворение потребностей пользователей в развлечениях и информации. Конкуренция в этой сфере неуклонно растет, поэтому стратегия продвижения становится важным фактором успеха.

В условиях быстро развивающегося рынка информационных технологий однопользовательские информационно-развлекательные ресурсы (ОИР) становятся все более популярными среди пользователей. Однако для успешного продвижения ОИР необходимо разработать эффективную стратегию продвижения, которая учитывает потребности и интересы пользователей и увеличивает их уровень удовлетворенности.

### **Материалы и методы**

Цель исследования – рассмотреть основные проблемы в стратегии продвижения ОИР и предложить меры по их улучшению для повышения качества продвижения; разработка моделей совершенствования качества стратегии продвижения ОИР с учетом потребностей и интересов пользователей.

### **Методы исследования**

*Исследование литературы.* Была проведена обширная работа по сбору и анализу научных статей, книг и других источников, связанных с темой исследования. Это позволило выявить основные факторы, влияющие на успешность стратегии продвижения ОИР, а также сформулировать ключевые принципы и подходы к разработке стратегии продвижения.

*Исследование пользователей ОИР.* Было проведено исследование среди пользователей ОИР для выявления их потребностей, интересов и предпочтений. Были использованы методы опроса и анкетирования, которые позволили получить качественные и количественные данные об удовлетворенности пользователями ОИР, их мотивации и предпочтениях.

Объект исследования – объектом данного исследования являются однопользовательские информационно-развлекательные ресурсы (ОИР). Объектом исследования является та сфера, которая изучается в рамках исследования, то есть это то, на что направлено изучение. В данном случае объектом являются ОИР, которые рассматриваются в контексте совершенствования качества стратегии их продвижения.

Предмет исследования – совершенствование качества стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов. Таким образом, предметом данного исследования является стратегия продвижения ОИР и ее качество. В работе рассматриваются меры, которые могут быть применены для улучшения качества стратегии продвижения ОИР и повышения уровня осведомленности и удовлетворенности клиентов.

Область исследования соответствует п. 1, 4, 8, 11 специальности 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции».

### **Результаты**

Одной из основных проблем в стратегии продвижения ОИР является недостаточная осведомленность о продукте у потенциальных пользователей. Часто разработчики ОИР не могут сделать до-

статочной эффективной рекламой своего продукта. Отсутствие полноценной рекламной кампании может привести к низкому уровню осведомленности о продукте и, как следствие, к низким продажам и неудовлетворенности потребителей.

Второй проблемой является недостаточное взаимодействие с пользователями. Разработчики могут забыть о важности обратной связи с клиентами. Обратная связь – это необходимый фактор для улучшения продукта, его адаптации к потребностям клиентов, а также для повышения уровня доверия пользователей к продукту.

Третьей проблемой является ограниченность ресурсов, выделенных на продвижение. Разработчики ОИР могут ограничивать бюджет, не давая возможности проводить полноценную рекламную кампанию. Это может привести к тому, что продукт будет не замечен для большинства потенциальных пользователей.

На основе проведенного исследования была разработана модель совершенствования качества стратегии продвижения ОИР. Эта модель включает следующие шаги:

- *анализ потребностей и интересов пользователей.* Для разработки эффективной стратегии продвижения ОИР необходимо понимать потребности и интересы целевой аудитории. Для этого проводится исследование пользователей, которое позволяет выявить их потребности, мотивацию и предпочтения. На основе полученных данных формируется целевая аудитория, определяются основные потребности и интересы, которые необходимо учесть при разработке стратегии продвижения;

- *анализ конкурентов.* Анализ конкурентов помогает выявить сильные и слабые стороны конкурентов на рынке ОИР, а также успешные и неуспешные стратегии продвижения. На основе этого анализа вырабатываются рекомендации по совершенствованию стратегии продвижения ОИР, а также выделяются преимущества и недостатки собственной стратегии;

- *формулирование целей и задач.* На основе анализа потребностей и интересов пользователей, а также анализа конкурентов формулируются цели и задачи стратегии продвижения. Эти цели и задачи должны быть конкретными, измеримыми, достижимыми и ограниченными по времени;

- *выбор маркетинговых инструментов.* Для достижения поставленных целей и задач выбираются маркетинговые инструменты, которые наиболее эффективны для целевой аудитории. Эти инструменты могут включать рекламу, продвижение в социальных сетях, e-mail-маркетинг, SEO и другие инструменты;

- *разработка и реализация стратегии.* На основе выбранных маркетинговых инструментов разрабатывается и реализуется стратегия продвижения ОИР. Эта стратегия должна учитывать потребности и интересы пользователей, а также преимущества и недостатки конкурентов на рынке ОИР;

- *мониторинг и анализ результатов.* После запуска стратегии продвижения ОИР необходимо проводить мониторинг и анализ результатов. Это позволяет выявить эффективность выбранных маркетинговых инструментов и корректировать стратегию в соответствии с полученными результатами.

Анализ потребностей и интересов пользователей является ключевым этапом при разработке стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов. Этот анализ позволяет определить, какие именно функции и возможности ОИР будут наиболее востребованы у пользователей.

Для проведения анализа потребностей и интересов пользователей необходимо использовать различные методы и инструменты, такие как:

- *исследование рынка и конкурентов.* Необходимо провести анализ рынка однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов и выявить конкурентов. Это позволит определить, какие функции и возможности уже есть на рынке, а также оценить их эффективность и популярность;

- *опрос пользователей.* Опрос пользователей поможет выявить их потребности и интересы, а также узнать, какие функции и возможности ОИР они наиболее ценят и используют;

- *анализ данных о посещаемости и использовании ОИР.* Необходимо провести анализ данных о посещаемости ОИР и использовании его функций и возможностей. Это позволит выявить наиболее популярные функции и возможности, которые пользователи используют чаще всего;

- *фокус-группы.* Фокус-группы помогут получить более подробную информацию о потребностях и интересах пользователей, а также узнать, как они взаимодействуют с однопользовательскими информационно-развлекательными ресурсами.

В результате анализа потребностей и интересов пользователей можно получить информацию о том, какие функции и возможности должны быть реализованы в ОИР, чтобы он был наиболее востребован и популярен у целевой аудитории. Эта информация позволит разработать эффективную стратегию продвижения ОИР и привлечь больше пользователей.

Анализ конкурентов является важным этапом при разработке стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов. Он позволяет изучить особенности конкурентов, выявить их сильные и слабые стороны, а также определить потенциальные преимущества собственного ресурса. Для проведения анализа конкурентов необходимо использовать следующие методы и инструменты:

- *изучение конкурентов*. Необходимо изучить конкурентов, их особенности и предлагаемые ими функции и возможности. Это позволит оценить уровень конкуренции и выявить сильные и слабые стороны конкурентов;

- *оценка пользовательского опыта*. Необходимо оценить пользовательский опыт на конкурентских ресурсах, а именно, как пользователи взаимодействуют с интерфейсом и функциями ресурса, насколько удобно и понятно им это делается;

- *анализ ценовой политики*. Необходимо проанализировать ценовую политику конкурентов, выявить их ценовые преимущества и недостатки;

- *анализ маркетинговых стратегий*. Необходимо изучить маркетинговые стратегии конкурентов, определить их сильные и слабые стороны, а также выявить возможности для разработки собственной маркетинговой стратегии;

- *сравнение собственного ресурса с конкурентами*. Необходимо провести сравнительный анализ собственного ресурса с конкурентами, чтобы определить свои преимущества и недостатки.

В результате анализа конкурентов можно получить информацию о том, какие функции и возможности наиболее востребованы у пользователей, какие преимущества имеют конкуренты, и какие преимущества есть у собственного ресурса. Эта информация позволит разработать эффективную стратегию продвижения ОИР, которая будет учитывать особенности конкурентов и нацелена на привлечение большего числа пользователей.

Формулирование целей и задач является ключевым этапом при разработке стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов. Цели и задачи должны быть четко определены и ориентированы на достижение конкретных результатов. Основным шагом в формулировании целей и задач является определение основных направлений развития ресурса. Для этого необходимо изучить целевую аудиторию, конкурентов, текущие тенденции на рынке, а также ресурсы и возможности, которыми располагает компания.

После определения основных направлений развития, необходимо сформулировать основные цели и задачи. Цели должны отражать главные результаты, которые необходимо достичь в результате продвижения ресурса, а задачи должны определять конкретные шаги, которые необходимо сделать для достижения этих целей.

Примеры целей и задач, которые могут быть сформулированы при разработке стратегии продвижения ОИР.

Цели: увеличение количества пользователей ресурса, уровня лояльности пользователей, прибыли от ресурса.

Задачи:

- улучшение интерфейса ресурса для повышения удобства использования;
- разработка маркетинговой стратегии для привлечения новых пользователей;
- повышение качества контента для увеличения уровня лояльности пользователей;
- оптимизация работы ресурса для увеличения прибыли.

Цели и задачи должны быть измеримыми и конкретными, чтобы их можно было отслеживать и оценивать в процессе выполнения стратегии продвижения. Кроме того, они должны быть реалистичными и достижимыми, чтобы не потерять мотивацию в процессе выполнения задач.

**SWOT.** Основные направления для совершенствования стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов. Они включают:

- *усиление привлекательности контента.* В рамках данного направления планируется улучшить качество контента на ресурсе, а также внедрить новые форматы развлечений, которые привлекут большее число пользователей. В частности, это может быть введение новых игровых режимов, разработка новых развлекательных сервисов и т. д.;

- *развитие маркетинговых каналов.* Для привлечения большего числа пользователей планируется развитие маркетинговых каналов, таких как социальные сети, блоги, форумы, рекламные баннеры на других сайтах и т. д. Также предполагается укрепление сотрудничества с партнерами и спонсорами, что позволит привлечь больше ресурсов для развития проекта;

- *усиление бренда.* Важным направлением для совершенствования стратегии продвижения является усиление бренда. Это можно достичь путем улучшения дизайна сайта, создания уникального стиля контента, разработки логотипа и слогана, которые будут узнаваемы пользователями. Также важно уделить внимание созданию позитивного имиджа ресурса среди пользователей;

- *анализ метрик и улучшение пользовательского опыта.* Важным этапом для улучшения стратегии продвижения является анализ метрик и поведения пользователей на сайте. Это позволит выявить проблемные моменты и недостатки сайта, а также определить, что необходимо улучшить в пользовательском опыте. Для улучшения опыта пользователей планируется проведение АБ-тестов и экспериментов с различными элементами интерфейса сайта.

В итоге, на основе проведенного SWOT-анализа были определены ключевые направления для совершенствования стратегии продвижения однопользовательских информационно-развлекательных ресурсов.

### **Меры по улучшению качества стратегии продвижения**

Одной из главных мер по улучшению качества стратегии продвижения ОИР является полноценная рекламная кампания. Реклама должна быть привлекательной, информативной и визуально привлекательной, чтобы привлечь внимание потенциальных пользователей. Разработчики должны вкладывать достаточные ресурсы в проведение рекламной кампании, чтобы привлечь как можно больше клиентов.

Второй мерой является улучшение взаимодействия с пользователями. Разработчики ОИР должны предоставлять возможность клиентам оставлять отзывы, комментарии и предложения, а также должны отвечать на вопросы и обращения пользователей. Обратная связь – это важный инструмент для улучшения качества продукта и повышения уровня доверия пользователей.

Третьей мерой является использование современных технологий в продвижении. Разработчики ОИР должны использовать различные платформы и социальные сети для продвижения своего продукта. Также следует учитывать мобильную аудиторию и создавать мобильные версии продукта.

Четвертой мерой является улучшение качества продукта. Разработчики ОИР должны постоянно улучшать свой продукт, добавлять новые функции и возможности, чтобы повысить уровень удовлетворенности клиентов. Также следует учитывать потребности целевой аудитории и создавать продукт, который будет соответствовать их потребностям.

Однопользовательские информационно-развлекательные ресурсы – это важная часть современной культуры. Однако для достижения успеха в этой сфере, необходимо улучшить качество стратегии продвижения. Реклама, обратная связь, использование современных технологий и улучшение качества продукта – это ключевые меры, которые могут помочь повысить уровень осведомленности пользователей, улучшить удовлетворенность клиентов и, как следствие, повысить успех ОИР на рынке.

В заключение следует отметить, что эффективная стратегия продвижения ОИР требует комплексного исследования целевой аудитории, анализа конкурентов, правильного выбора маркетинговых инструментов, а также постоянного мониторинга и анализа результатов. Разработанная модель может быть использована для совершенствования качества стратегии продвижения ОИР и повышения их конкурентоспособности на рынке.

### **Список источников**

1. *Райский А. А.* Методы и средства продвижения web-ресурсов // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине. М., 2017. 72–76 с.

2. Гусев А. Инструменты продвижения веб-ресурсов // BRANDED. М., 2020. 55–59 с.
3. Назаревич С. А. Управление процессами на предприятиях и организациях в инновационной сфере: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2016. 51 с.
4. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. 3 изд. Совместная публикация ОЭСР и Евростата. М., 2006. 107 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9241-210-2013. Эргономия взаимодействия человека с информационно-коммуникационными системами. Ч. 210. Процессы оценки удобства использования.
6. ГОСТ Р ИСО 9241-110-2013. Эргономия взаимодействия человека с информационно-коммуникационными системами. Ч. 110. Принципы диалога.
7. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: стандартов, 2001.

УДК 005.6

**К. А. Дементьев**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ИНТЕРАКТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ВОСПРИЯТИЯ ОКРУЖАЮЩИХ ПРЕДМЕТОВ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

### **Введение**

Оценка качества периферического интерактивного интерфейса восприятия окружающих предметов для людей с ограниченными возможностями зрения является важной задачей, поскольку этот тип интерфейса позволяет пользователям с ограниченным зрением воспринимать информацию о мире вокруг себя. Однако для того чтобы этот интерфейс был максимально эффективным, необходимо разработать модель оценки его качества, учитывающую специфические потребности и особенности пользователей с ограниченным зрением.

Цель данной научной статьи заключается в разработке модели оценки качества периферического интерактивного интерфейса восприятия окружающих предметов для людей с ограниченным зрением. Для этого был проведен анализ существующих моделей оценки качества интерфейсов, а также проведены исследования, направленные на выявление особенностей восприятия пользователей с ограниченным зрением. На основе полученных результатов была разработана модель, позволяющая эффективно оценить качество периферического интерактивного интерфейса для данной группы пользователей.

Разработка такой модели может стать важным шагом в развитии технологий, которые помогают повышать качество жизни людей с ограниченным зрением, а также способствовать их интеграции в общество.

### **Материалы и методы**

Цель данной научной статьи заключается в разработке модели оценки качества периферического интерактивного интерфейса восприятия окружающих предметов для людей с ограниченным зрением. Для этого был проведен анализ существующих моделей оценки качества интерфейсов, а также проведены исследования, направленные на выявление особенностей восприятия пользователей с ограниченным зрением. На основе полученных результатов была разработана модель, позволяющая эффективно оценить качество периферического интерактивного интерфейса для данной группы пользователей.

### **Методы исследования**

В данной научной статье были использованы различные методы исследования для разработки модели оценки качества периферического интерактивного интерфейса восприятия окружающих предметов для людей с ограниченным зрением.

Одним из главных методов был анализ существующих моделей оценки качества интерфейсов, который позволил выделить основные критерии и параметры для оценки качества периферического интерфейса восприятия окружающих предметов.

Также были проведены эмпирические исследования, направленные на выявление особенностей восприятия пользователей с ограниченным зрением, такие как эксперименты на восприятие цветовой гаммы, формы и размера предметов при разных условиях освещения и различных углах зрения.

Для сбора данных были использованы различные методы, такие как анкетирование, интервьюирование, наблюдение и тестирование пользователей.

На основе полученных данных была разработана модель, учитывающая специфические потребности и особенности пользователей с ограниченным зрением при оценке качества периферического интерфейса восприятия окружающих предметов.

Объект исследования – периферический интерактивный интерфейс восприятия окружающих предметов для людей с ограниченными возможностями зрения.

В данной научной статье предлагается новый подход к оценке качества периферического интерфейса, который учитывает специфические потребности и особенности пользователей с ограниченным зрением.

Предмет исследования – разработка новой модели оценки качества периферического интерфейса для пользователей с ограниченными возможностями зрения, которая поможет улучшить восприятие окружающих предметов и повысить удобство использования устройств для данной группы пользователей.

### Результаты

В статье рассматривается вариант носимого устройства для тактильной навигации, предназначенное для повышения уровня ориентации в пространстве и минимизации потенциальных рисков за счет идентификации высотных барьеров, несимметричных поверхностей, динамичных и случайных объектов. Устройство сочетает в себе простой интерфейс и эргономичный дизайн, а также минимизирует потенциальные риски при перемещении за счет определения препятствий на расстоянии и передачи тактильной обратной связи со стороны, зависимой от расстояния до препятствия, через вибрацию.

В процессе разработки устройства была проведена научно-исследовательская работы с исследованием статистики динамики роста популяции населения людей с ограниченными возможностями здоровья по зрению и особенностей способов ориентации. Благодаря слуховому восприятию незрячие способны локализовать объекты по характеру распространения звука, обоняние позволяет идентифицировать определенные места и предметы. Формированию цельного образа окружающего пространства способствует вибрационная чувствительность, позволяющая незрячим людям ощущать неподвижные предметы на расстоянии. Навык пространственного мышления имеет прямую зависимость с опытом, уровнем интеллекта и вида слепоты.

После проведения тестирования первого прототипа устройства на одном представителе целевой аудитории и проведенного CustDev опроса среди 20 претендентов были определены проблемы наибольшей значимости, которые приводят к наиболее критическим социальным последствиям.

Таблица 1

#### Основные проблемы по результатам опроса

	~ 90 % упоминаний	~ 80 % упоминаний	~ 70 % упоминаний
Препятствия на улице	Автомобили, динамичные и высокоскоростные объекты (автомобили, самокаты, велосипеды), поиск пешеходных переходов	Объекты на уровне головы (низкие дорожные знаки, вывески, навесы), перемещение при неблагоприятных погодных условиях	Приподнятые объекты (скамейки, грузовики, ветви деревьев)
Препятствия в помещении	Перемещение в незнакомых больших зданиях, отсутствие доступной среды или неграмотное оборудование	Ориентация в метро и взаимодействие с сенсорными экранами	Взаимодействие с цифровыми табло, лишены звукового сопровождения, взаимодействие с табличками

Воспользовавшись инструментом Quality Function Deployment (развертывание функций качества) было проведено сопоставление предпочтений клиентов с характеристиками продукта и отражением числовых значений «голоса потребителя» для построения наиболее эффективной стратегии развития и технических характеристик устройства (рис. 1). Анализ проблемной области показал, что разработка продукта и его технических функциональных параметров должна учитывать эргономичность, возможность эксплуатации при любых погодных условиях, универсальность использования как на улице, так и в помещении. Также важным фактором является возможность реализации сборки устройства на территории РФ с возможностью проведения живого тестирования.



Критерии выбора	Баллы	Вес	Характеристики			Эргономичность	Особенности			Знакомство		
			Работа аккумулятора	Регуляция вибрация			Погодная адаптация	Сервис и гарантия	Универсальность	Доставка с сайта	Тест-драйв	
Новизна	20	0,03	3	0,08	1	0,03	3	0,08	1	0,03	1	0,03
Уникальность	84	0,12	1	0,12	3	0,35	9	1,06	1	0,12	1	0,12
Доступность	53	0,07	1	0,07	1	0,07	3	0,22	9	0,67	3	0,22
Производительность	73	0,10	9	0,92	9	0,92	1	0,10	3	0,31	9	0,92
Безопасность	96	0,13	9	1,21	1	0,13	3	0,40	9	1,21	1	0,13
Дизайн	32	0,04	1	0,04	1	0,04	9	0,40	9	0,40	1	0,04
Цена	98	0,14	3	0,41	3	0,41	1	0,14	3	0,41	3	0,41
Довереие	59	0,08	1	0,08	1	0,08	3	0,25	3	0,25	9	0,74
Функционал	24	0,12	3	0,36	9	1,09	9	1,09	1	0,12	9	1,09
Первое касание	97	0,49	1	0,49	1	0,49	3	1,46	3	1,46	9	4,39
Особенности	78	0,39	1	0,39	3	1,18	9	3,53	9	3,53	1	0,39
<b>Итого</b>	<b>714</b>	<b>1,00</b>	<b>4,19</b>	<b>4,19</b>	<b>4,80</b>	<b>8,86</b>	<b>8,75</b>	<b>6,12</b>	<b>11,16</b>	<b>7,47</b>	<b>8,88</b>	

Рис. 1. QFD-матрица

В настоящее время, с учетом растущего числа людей с ограниченными возможностями, существует большая потребность в создании периферических интерактивных интерфейсов (Peripheral Interaction Interfaces, PII), которые позволяют этим людям лучше взаимодействовать со своим окружением. В этой статье мы рассматриваем разработку модели оценки качества PII для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями.

В этом исследовании мы использовали методику, основанную на принципах универсального дизайна (Universal Design, UD). Эта методика включает в себя сбор информации о потребностях и способностях людей с ограниченными возможностями, а также об их повседневном опыте использования PII. Мы провели серию интервью с людьми, имеющими разные виды ограничений, а также с их опекунами и специалистами по реабилитации. Мы также проанализировали существующие модели оценки качества PII и выбрали наиболее подходящие критерии для нашей модели.

На основе собранной информации мы разработали модель оценки качества PII для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями. Эта модель включает в себя следующие критерии: доступность, удобство использования, функциональность, эстетические качества, надежность и безопасность. Каждый из этих критериев был дополнительно разбит на более конкретные показатели, которые позволяют более точно оценивать качество PII.

Для использования нашей методики оценки качества периферического интерактивного интерфейса (PII) для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями необходимо выполнить следующие шаги.

1. *Определить целевую аудиторию.* Наша методика разработана для оценки качества PII для людей с ограниченными возможностями, поэтому необходимо определить, к какой группе ограниченных пользователей вы хотите применить методику.

2. *Выбрать тестируемые приложения или устройства.* Для тестирования необходимо выбрать приложения или устройства, которые предназначены для использования людьми с ограниченными возможностями и имеют периферический интерактивный интерфейс.

3. *Определить критерии оценки качества.* Необходимо определить критерии оценки качества PII, которые будут использоваться при тестировании приложений или устройств. Критерии оценки могут включать в себя, например, время реакции, точность восприятия информации, удобство использования и т. д.

4. *Подготовить тестовые сценарии.* Для проведения тестирования необходимо подготовить тестовые сценарии, которые будут использоваться для оценки качества PII. Сценарии могут включать в себя, например, задания на распознавание объектов на экране, выполнение определенных действий с помощью интерфейса и т. д.

5. *Провести тестирование.* После подготовки всех необходимых элементов необходимо провести тестирование приложений или устройств с помощью выбранных критериев оценки и тестовых сценариев. Данные о результатах тестирования должны быть записаны и проанализированы.

*Оценить результаты.* По результатам тестирования необходимо оценить качество PII приложений или устройств, используя выбранные критерии оценки. Результаты оценки могут быть представлены в виде рейтинга качества приложений или устройств.

*Использовать результаты для улучшения PII.* Полученные результаты могут быть использованы разработчиками для улучшения PII и создания более доступных и удобных интерфейсов для лю-

дей с ограниченными возможностями. Результаты оценки могут также использоваться для принятия решений о том, какие приложения или устройства следует использовать для конкретных групп пользователей с ограниченными возможностями.

Наша методика может быть использована как разработчиками, так и тестировщиками приложений и устройств, а также специалистами по доступности. Она позволяет оценить качество периферического интерактивного интерфейса восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями и помогает создать более доступные и удобные интерфейсы для пользователей с ограниченными возможностями.

Наша методика может быть дополнена и адаптирована под конкретные потребности и требования различных групп пользователей с ограниченными возможностями. Она является эффективным инструментом для улучшения доступности и удобства использования приложений и устройств для людей с ограниченными возможностями.

### Заключение

Разработанная модель оценки качества ПИ для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями может быть использована разработчиками ПИ для создания более доступных, удобных и функциональных интерфейсов. Эта модель также может использоваться для оценки качества существующих ПИ и для их улучшения. Кроме того, наша модель может быть адаптирована для оценки качества других типов ПИ.

В этой статье мы представили разработку модели оценки качества ПИ для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями. Результаты этого исследования могут быть полезны для разработчиков ПИ, специалистов по реабилитации и других заинтересованных лиц, которые работают с людьми с ограниченными возможностями.

В дальнейшем планируется провести тестирование нашей модели на реальных пользователях с ограниченными возможностями, чтобы проверить ее эффективность и точность оценки качества ПИ. Кроме того, мы будем работать над дальнейшим улучшением модели, включая добавление новых критериев и показателей.

В целом, разработка модели оценки качества ПИ для восприятия окружающих предметов для лиц с ограниченными возможностями является важным шагом в создании более доступных и удобных интерфейсов для людей с ограниченными возможностями.

### Список источников

1. *Loomis J., Gollidge R., Klatzky R.* Navigation system for the blind: Auditory display modes and guidance. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 10 (1). P. 35–45.
2. *Metzger J., Wichowski A.* Making spatial audio more accessible: sonification of geometrical shapes for visually impaired users. In Proceedings of the 20th ACM international conference on Multimedia. P. 1145–1148.
3. *Johnson R., Johnson C.* Global Accessibility Reporting Initiative (GARI): Empowering consumers with disabilities. In Human-Computer Interaction. Applications and Services. P. 407–416.
4. *Назаревич С. А.* Управление процессами на предприятиях и организациях в инновационной сфере: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2016. 51 с.
5. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. Совместная публикация ОЭСР и Евростата. М., 2006. 107 с.
6. *Nielsen J.* Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. P. 152–158.
7. *Mankoff J., Kuusinen K.* Inclusive design. In The Human-Computer Interaction Handbook. P. 913–938.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001.

УДК 504.054

**О. Л. Дитятков**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. О. Смирнова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТАЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

### Введение

Антропогенное влияние на снежный покров урбанизированных территорий является серьезной проблемой для окружающей среды и здоровья людей. Снег, выпадающий на городскую территорию, часто содержит большое количество загрязнений, таких как тяжелые металлы, нефтепродукты, взвешенные вещества и другие токсичные вещества, которые могут в дальнейшем проникать в почву и воду в результате снеготаяния.

Кроме того, антропогенное влияние на снежный покров может приводить к изменению климата. Загрязняющие вещества, адсорбируемые снежным покровом, могут приводить к эффекту «черного снега», когда он становится черным или серым от загрязнений, содержащихся в воздухе, в том числе от выхлопных газов автомобилей и промышленных выбросов. Это может иметь негативные последствия для растительности и животных, которые зависят от тепла для своего выживания. В то же время благодаря своей сорбционной способности, снежный покров является удобным и информативным объектом для оценки антропогенного загрязнения атмосферы.

Цель исследования – сравнительная оценка загрязнения талых сточных вод в городах России. В целях исследования, для примера будут рассматриваться следующие города – Самара, Воронеж. Данные города объединяет то, что они являются крупными промышленными и административными центрами. В то же время города находятся в различных географических и климатических условиях, имеют предприятия различного профиля, что позволит дать сравнительную оценку по интенсивности антропогенного влияния на талые сточные воды.

Загрязнения в атмосферу поступают как от природных источников (пыльца растений, лесные пожары, пыль, морской аэрозоль), так и от антропогенных. В зимнее время влияние природных источников незначительно и основной вклад в загрязнение атмосферы вносят антропогенные источники – промышленные предприятия и транспорт. Атмосферные загрязнения вместе со снеговыми осадками накапливаются в снежном покрове, поэтому снежный покров является удобным индикаторным объектом оценки состояния городской среды, отражая уровень загрязнения приземных слоев атмосферы [1].

Всего лишь один снеговой керн, взятый по всей толще снежного покрова, дает информативные данные о химическом загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы (максимального снегозапаса). Определение загрязняющих веществ в снеговом покрове позволяет [3]:

- провести оценку уровня загрязнения снежного покрова в зимний период;
- установить районы с максимальной концентрацией поллютантов;
- выявить пути поступления экотоксикантов в поверхностные воды и почвы.

Отбор проб снега проводится обычно перед началом таяния на всю глубину снежного покрова специальными полихлорвиниловыми пробоотборниками. Пробы снега растапливают при комнатной температуре и воду фильтруют. При мониторинге снежного покрова обычно исследуется две фазы – растворенная, прошедшая через фильтры, и минеральная (пыль), оставшаяся на фильтрах. Такой фазовый анализ позволяет получить информацию о пространственном распределении наиболее подвижных водорастворимых форм химических элементов и форм (сорбированных, карбонатных, гидроксильных и др.), связанных с минеральными и органоминеральными носителями. Техногенные ореолы этих форм нахождения имеют разные площадь, контрастность и элементный состав [4].

**Самара**

Вклад автотранспорта в валовые выбросы в приземный слой атмосферы г. Самара за последние 10 лет составлял 75–80 %. Следовательно, выхлопам от автотранспорта принадлежит приоритетная роль в формировании эколого-гигиенической ситуации. Изменение соотношения «выхлопы-выбросы» привело к изменению загрязнения приземного слоя в городах Самарской области. Содержание ингредиентов, поступающих в атмосферу с выбросами промпредприятий (диоксид серы, пыль, сероводород, фторид водорода, фенол и др.) значительно снизилось, часто не превышая гигиенических нормативов. Приоритетными загрязнителями воздушной среды городов Самарской области являются формальдегид, бенз (а)пирен и углеводороды – основные загрязняющие ингредиенты выхлопов автотранспорта [2].

Мониторинг качества снегового покрова в г. Самаре проводился неоднократно (в 1995–1997 гг., 2011–2013 гг., 2016–2017 гг.), при этом отмечалась тенденция к увеличению его загрязненности, что коррелирует с возрастанием автотранспортной нагрузки в городе. Качество снегового покрова оценивали по девяти районам г. Самары. В пяти районах (Самарский, Ленинский, Октябрьский, Железнодорожный, Красноглинский) основной вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт. В Промышленном, Кировском, Советском, Куйбышевском районах, помимо автотранспорта, влияние на окружающую среду оказывают также расположенные в этих районах промышленные предприятия (районы со смешанным источником загрязнения). В каждом районе пробы отбирали в условно «чистой» зоне, где среднесуточная интенсивность автомобильного движения составляла менее 5000 автотранспортных единиц, и в условно «грязной» зоне, где интенсивность движения была более 5000 автотранспортных единиц (в среднем она составляла около 20 000 единиц автотранспорта). В общей сложности было отобрано 18 проб, проведено 324 санитарно-химических исследования [5].

Результаты исследований [5] снежного покрова показали негативную динамику практически по всем показателям. Некоторые из них приведены в табл. 1 в виде усредненных значений со всех точек отбора проб.

Таблица 1

**Многолетняя динамика загрязнения снегового покрова**

Год, показатель	1995	2013	2017
рН	6,4	7,69	7,27
Запах, баллы	1	2,5	2,5
Взвешенные вещества, мг/л	0,9	39,2	272,2
Нефтепродукты, мг/л	0,05	1,48	0,63

Как видно из табл. 1, состояние снегового покрова в 2017 году значительно ухудшилось по сравнению с 1995 годом. В значительной степени это может быть связано с антропогенным фактором – в частности со значительно возросшей автомобилизацией.

В табл. 2 представлено среднее содержание загрязняющих веществ в снеговом покрове Самары в 2017 году, с распределением по условно «чистой» и условно «грязной» зонам.

Таблица 2

**Содержание загрязняющих веществ в снеговом покрове г. Самары в 2017 году**

Показатель	Средняя концентрация в пробах		
	Среднее по всем районам	Условно «чистая зона»	Условно «грязная» зона
рН	7,27	7,20	7,33
Запах, баллы	2,5	2,3	2,8
Взвешенные вещества, мг/кг	272,2	44,4	500,0

Показатель	Средняя концентрация в пробах		
	Среднее по всем районам	Условно «чистая зона»	Условно «грязная» зона
Общая минерализация, мг/кг	128,8	45,3	212,4
ХПК, мг/л	43,4	28,4	58,3
Нефтепродукты, мг/кг	0,63	0,39	0,82

Для большинства показателей средние значения были выше в условно «грязных» зонах, однако достоверная зависимость между интенсивностью автотранспортного движения и уровнем загрязнения отмечена в отношении взвешенных веществ, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), нефтепродуктов, которые и представляют основной гигиенический интерес.

### Воронеж

Согласно [6] рост числа автомобилей превышает темпы роста населения. Так, за шесть лет с 2001 по 2007 годы число легковых автомобилей увеличилось почти на 10 тысяч штук – с 201 848 до 210 135, не считая остальные категории личного, коммерческого и общественного транспорта. Характерной особенностью структуры автопарка Воронежской области является большой удельный вес транспортных средств, имеющих длительные сроки эксплуатации, а, следовательно, и повышенные, по отношению к норме, выбросы загрязняющих веществ. Следует сказать также о такой проблеме города, как возрастание интенсивности транспортных перевозок, которое происходит без увеличения плотности дорожной сети. Ускорение темпов роста количества автомобилей, принадлежащих как юридическим лицам, так и индивидуальным владельцам, плохие дорожные условия (отдельные узлы и участки магистралей дорожной сети города находятся в неудовлетворительном состоянии) и их пропускная способность, а также отсутствие на дорогах инструментальных проверок авто транспортных средств, ускоряющиеся темпы роста количества автомобилей приводят, несмотря на принимаемые меры по уменьшению выбросов от автомобильных двигателей, к постоянному возрастанию степени загрязнения воздушной среды компонентами отработанных газов.

Исследования химического состава снега выполнялись после отбора всех проб (февраль 2013 и 2014 гг.) на базе учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета. Для более объективной характеристики геохимической индикации загрязнения снежного покрова за основу принимается сопоставление концентраций поллютантов городских проб снега с соответствующими значениями их фоновых аналога [7].

Репрезентативные пробы «лежалого» снега отбирались по всей толще снежного покрова, за исключением нижних 2–3 см в 48 точках города в разных функциональных зонах с разной степенью антропогенного воздействия – транспортная, промышленная, жилая, зона рекреации и одна фоновая проба в 20 км от города [7].

В табл. 3 представлены результаты исследования содержания загрязняющих веществ в г. Воронеж в виде фоновых, максимального и среднего значений.

Таблица 3

#### Содержание загрязняющих веществ в снеговом покрове г. Воронеж

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ		
	Среднее значение	Фон	Максимальное значение
pH	6,0	-*	7,06
Минерализация, мг/л	123,3	62,6	183,9
Взвешенные вещества, мг/л	186,5	48,9	324,0
Хлорид-ион, мг/л	15,5	3,16	27,77
Общая жесткость, ммоль/л	0,31	0,05	0,26

\*- значение фона по г. Воронеж не приведено. Среднее значение рассчитывалось исходя из минимального значения водородного показателя 4,86.

По некоторым показателям можно сделать вывод, что в городской черте наблюдается высокая антропогенная нагрузка на окружающую среду. Основным загрязнителем в этом городе, как и в Самаре, выступает автомобильный транспорт.

### Результаты анализа и их обсуждение

Показатель кислотности среды (рН) является одной из важных физико-химических характеристик атмосферных вод. Наряду с показателем общей минерализации он позволяет в известной мере судить о локальном загрязнении воздушного бассейна, поскольку показывает отклонение от показателя незагрязненных атмосферных осадков с величиной рН=5,65 [8]–[10].

Для сравнения антропогенной нагрузки в двух городах, Самаре и Воронеже, построим графики (рис. 1–2), в которых будут отображены общие показатели рН и содержание взвешенных веществ на 2013 год.

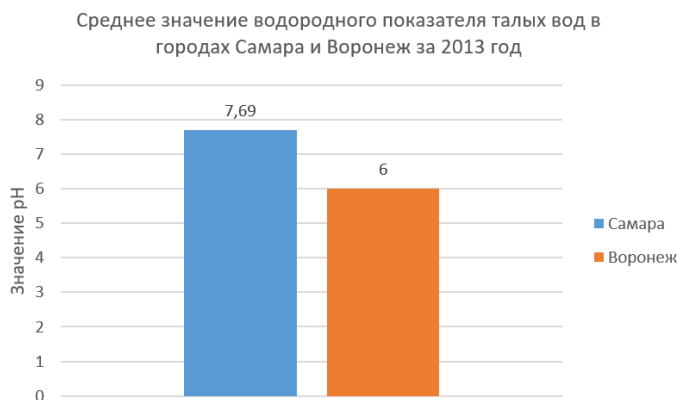


Рис. 1. Сравнительный график по водородному показателю (рН) снегового покрова в Самаре и Воронеже

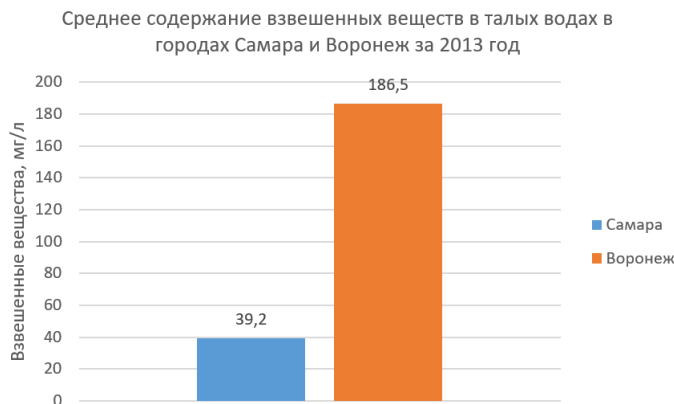


Рис. 2. Сравнительный график по взвешенным веществам в снеговом покрове (мг/л) в Самаре и Воронеже

По графикам, представленным на рис. 1–2, можно сделать вывод, что средний уровень водородного показателя в г. Самара выше, чем в г. Воронеж. Сдвигу реакции среды в щелочную сторону способствуют выбросы промышленных предприятий, выхлопы автотранспорта. Полученные данные свидетельствуют о повсеместном влиянии автотранспорта на окружающую среду.

В то же время пониженные значения pH в г. Воронеж тоже связаны с увеличением содержания кислотных окислов (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) в городских выбросах в атмосферу [7].

Содержание взвешенных веществ в талой воде в г. Самара, напротив, ниже, чем в г. Воронеж, что может говорить о более чистом воздухе в городе в 2013 году. Однако согласно более актуальным данным (на 2017 г.), в г. Самара содержание взвешенных веществ составляет уже 272,2 мг/л. Это может быть обусловлено значительно возросшей автомобилизацией в этом городе, потому что в Самарской области развита автомобильная промышленность, и, как следствие, большим числом личных транспортных средств у жителей г. Самара.

Для более детального изучения и сравнения антропогенной нагрузки в представленных городах, следует провести комплексные и актуальные на текущий момент исследования, так как на текущий момент экологическая обстановка в городах могла измениться.

### Заключение

Талая снежная вода является важным экологическим показателем, который свидетельствует о состоянии природной среды в регионе. Это вода, которая образуется в результате таяния снега и льда весной и летом. Объем талой воды напрямую зависит от количества выпавших осадков, температуры воздуха и других факторов.

Анализ снежного покрова может служить репрезентативным показателем загрязнения воздушного бассейна городской черты. Состав талой воды может указывать на различные загрязнения, присутствующие в атмосфере, что позволяет проводить мониторинг экологической обстановки, оценить состояние природной среды в регионе и предсказать возможные изменения в климатических условиях.

Исследуемые показатели позволяют выявить общий уровень техногенного загрязнения в городах, а также состояние экологической обстановки на отдельных территориях. По изученным данным можно сделать вывод, что в представленных городах присутствует высокая интенсивность антропогенной нагрузки на окружающую среду. На этой почве можно дать некоторые рекомендации, в числе которых:

- стимулирование населения городов в использовании общественного транспорта, в частности электротранспорта, включающее развитие электротранспорта в городах, и ограничение использования личного автомобильного транспорта, введение дополнительных льготных проездных тарифов для граждан и субсидирование транспортных предприятий города;
- надлежущая утилизация снежного покрова, внедрение системы переработки городского снега, развитие сети снегоплавильных станций, так как снег представляет собой опасный объект, с накопленными загрязняющими веществами, которые при таянии высвобождаются в городскую почву, воду и воздух, отравляя окружающую среду;
- дальнейший мониторинг воздушного бассейна в городской черте, позволяющий отследить динамику изменения состояния окружающей среды, в частности, используя мониторинг состояния снегового покрова.

Помимо вышеперечисленного, для борьбы с загрязнением снега в городах необходимо предпринимать меры, такие как улучшение качества топлива транспортных средств и тепловых электростанций, введение экологических стандартов на производствах, организация системы утилизации промышленных и коммунальных отходов.

### Список источников

1. Чагина Н. Б., Айвазова Е. А., Иванченко Н. Л. Исследование содержания тяжелых металлов в снеговом покрове г. Архангельска и оценка их влияния на здоровье населения // Arctic Environmental Research. 2016. N 4. P. 57–68.

2. Сазонова О. В., Сухачева И. Ф., Дроздова Н. И. Роль автотранспорта в загрязнении среды обитания и влиянии на здоровье населения Самарской области // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. № 3–6. С. 1944–1948.
3. Василенко В. Н., Назаров И. М., Пегоев А. Н. Об использовании самолетной гамма-съемки снежного покрова для определения загрязнения территории нерадиоактивными продуктами // Труды ВНИИСХМ. 1983. Вып. 17. С. 21–25.
4. Акимова О. А. Снег как индикатор загрязнения окружающей среды // Вестник магистратуры. 2021. № 4–1 (115). С. 11–15.
5. Сазонова О. В., Рязанова Т. К., Торопова Н. М. Эколого-гигиенические особенности антропогенного загрязнения снежного покрова в Промышленном городе // ЗНиСО. 2018. № 2 (299). С. 34–38.
6. Шевалдин С. С. Динамика роста автопарка г. Воронежа // Вестник ВИ МВД России. 2008. № 2. С. 72–75.
7. Прожорина Т. И., Беспалова Е. В., Куропан С. А. Аэротехногенный мониторинг состояния городской среды по загрязнению снежного покрова (на примере города Воронежа) // Природные системы и ресурсы. 2014. № 3 (9). С. 28–34.
8. Исследования состояния снежного покрова Санкт-Петербурга / Е. М. Нестеров, Л. М. Зарина, М. А. Маркова и др. // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 29–35.
9. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 2004.
10. Глазовский Н. Ф., Злобина А. И., Учватов В. П. Химический состав снежного покрова некоторых районов Верхнеокского бассейна // Региональный экологический мониторинг. М.: Наука, 1983. С. 67–83.



УДК 672.88.02

**И. Л. Дмитриев**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук – научный руководитель

**SMED ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ****Введение**

Технологическая оснастка в различных отраслях промышленности как средство технологического оснащения является необходимым вариативным звеном технологической системы, позволяющим обеспечить гибкость ассортиментной политики. Особое значение оснастки обосновывается ее определяющим влиянием на качество продукта. Конструктивное разнообразие вариантов использования оснастки определяет высокий уровень специализации ее производителей. Интенсификация производства в машиностроении связана с модернизацией средств производства на базе применения новейших достижений науки и техники. Техническое перевооружение, подготовка производства новых видов продукции и усовершенствование средств производства включают процессы проектирования средств технологического оснащения и их изготовление. Большинство деталей невозможно изготовить без применения технологической оснастки, которая используется для установки, базирования и крепления заготовок. Технологическая оснастка подразделяется на группы: специальную и универсальную. Специальная проектируется и изготавливается в том случае, если невозможно применить универсальную оснастку. Специальная оснастка предназначена для изготовления определенного изделия или для выполнения нескольких операций. При разработке технологического процесса документально определяется (по каталогам, классификаторам и картотеке оснастки и так далее), применялась ли необходимая оснастка ранее, если нет, то разрабатывается техническое задание и оформляется заказ на ее проектирование и изготовление.

Сущность лазерной резки металла заключается в том, что лазерная резка металла, как понятно из ее названия, выполняется при помощи луча лазера, получаемого при помощи специальной установки. Свойства такого луча позволяют фокусировать его на поверхности небольшой площади, создавая при этом энергию, характеризующуюся высокой плотностью. Это приводит к тому, что любой материал начинает активно разрушаться (плавиться, сгорать, испаряться и так далее). Станок лазерной резки металла, к примеру, позволяет концентрировать на поверхности обрабатываемого изделия энергию, плотность которой составляет 10 8 Ватт на один квадратный сантиметр. Для того чтобы понять, как удается добиться такого эффекта, необходимо разобраться, какими свойствами обладает лазерный луч.

1. Лазерный луч, в отличие от световых волн, характеризуется постоянством длины и частоты волны (монохроматичность), что и позволяет легко фокусировать его на любой поверхности при помощи обычных оптических линз.
2. Исключительно высокая направленность лазерного луча и небольшой угол его расходимости. Благодаря такому свойству на оборудовании для лазерной резки можно получить луч, отличающийся высокой фокусировкой.
3. Лазерный луч обладает еще одним очень важным свойством – когерентностью. Это значит, что множество волновых процессов, протекающих в таком луче, полностью согласованы и находятся в резонансе друг с другом, что в разы увеличивает суммарную мощность излучения.

Процессы, происходящие при резке металла с использованием лазера, хорошо заметны на приведенных в статье видео. При воздействии луча на поверхность металла происходит быстрое нагревание и последующее расплавление подвергаемой обработке площади.

Быстрому распространению зоны плавления вглубь обрабатываемого изделия способствуют несколько факторов, в том числе и теплопроводность самого материала. Дальнейшее воздействие лазерного луча на поверхность изделия приводит к тому, что температура в зоне контакта доходит до

точки кипения и обрабатываемый материал начинает испаряться. На (рис. 1а–в.) представлены разные способы обработки металла лазером.

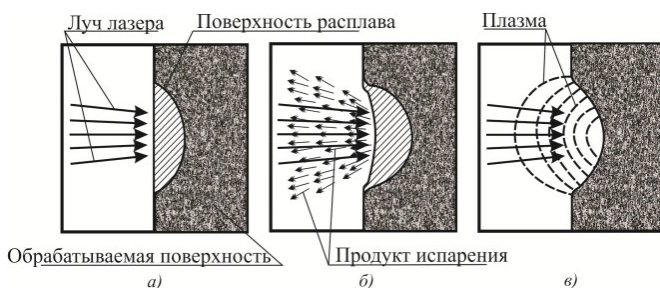


Рис. 1. Схематическая лазерная резка

Из чего состоит лазерный станок:

- Волоконный иттербиевый излучатель – здесь генерируется сам лазерный луч и по оптоволокну подается в лазерную голову. 90 % компаний, на свои станки ставят излучатели IPG и Raucus, которые имеют свои преимущества: Raucus – относительно невысокую цену, а IPG – преимущество с точки зрения резки цветных материалов.

- Лазерная голова принимает и фокусирует лазерный луч. На станках используют в основном лазерную голову RayTools.

- Кинематикой называют все узлы станка, которые отвечают за передвижение лазерной головы – это двигатели, рейки и направляющие. После длительного использования и тестов различных серводвигателей большинство компаний сделали выбор в пользу Mitsubishi, так как они компакты, у них меньше вибраций, они надежны и легко заменяются в случае поломки. Направляющие Hiwin – это зарекомендовавший себя во всем мире бренд, тоже всегда и везде есть в наличии. Косозубая рейка Leap B2 специально предназначена для серьезных нагрузок.

От системы управления и программного обеспечения зависит, насколько удобно будет работать со станком и каковы будут его параметры производительности.

От рамы станка во многом зависит, какие комплектующие можно будет поставить на станок. К примеру, если максимальная скорость резки не более 20 м/мин, а холостые перемещения – не более 50, нет смысла переплачивать и брать раму толщиной 15–20 мм или тем более покупать чугунную, которая вообще нецелесообразна на сегодняшний день. Также есть чиллер – это обязательная система охлаждения, которая идет в комплекте. Чиллер для металлорезов имеет два контура: для охлаждения излучателя и лазерной головы.

Система дымоудаления или вентиляция. Бывает различных типов: первый – когда дым удаляется со всей площади станка одновременно, второй используется на более дорогих станках – там используются пневмозаслонки, благодаря которым вытяжка работает только в том месте, где сейчас находится лазерная голова.

Также немаловажный элемент устройства лазерного станка по металлу – это электрика. На станках Wattsan используется фирменная электрика Schneider electric.

Преимущество лазерного станка по металлу:

- *чистый рез* – изделия не нуждаются в постобработке, так как лазер дает чистую и ровную кромку. Правильно вырезанное изделие можно сразу отдавать на сварку или покраску без дополнительной обработки;

- скорость перемещения лазера при резке может достигать до 50 м/м, это обеспечивает высокую производительность, недостижимую при использовании любого другого оборудования;

- точность – диаметр луча настолько маленький, что позволяет делать сквозные отверстия тоньше волоса;

- на оптоволоконном станке можно резать заготовки со сложным контуром благодаря высокой точности позиционирования;
- заготовки на материале можно размещать встык друг к другу, вплотную заполняя ими листовой материал;
- лазер режет бесконтактно, поэтому вам не нужны прижимные приспособления. И это исключает механическое воздействие на материалы и повреждение их поверхности;
- станок управляется программой, и так как, человек практически полностью исключен из производственного процесса, то, во-первых, риск брака сводится к минимуму; во-вторых, гарантируется полная идентичность серийной продукции. Кроме того, это сильно ускоряет раскрой металла или выпуск изделий из него;
- низкие затраты на расходники – из расходников используются только газ, защитные стекла и сопла.

Цели использования SMED:

- снижение производственных затрат, потому что быстрая переналадка означает меньшее время простоя оборудования;
- возможность производства меньших партий, потому что быстрые переналадки позволяют чаще перестраиваться между разными продуктами;
- повышение гибкости планирования, появляется возможность быстрого изменения ассортимента выпускаемой продукции и возможно реагировать на запросы клиентов;
- более низкий уровень запасов, потому что нет необходимости хранить запасы на период переналадки оборудования;
- улучшение эксплуатации оборудования, потому что стандартизация процессов переналадки обеспечивает более качественную эксплуатацию оборудования.

В SMED весь процесс переналадки разделяют на операции. Есть два типа операций: внутренние и внешние. Внутренние операции должны быть выполнены при остановленном оборудовании. Внешние операции можно выполнять во время работы оборудования. Основная цель процесса SMED – иметь как можно больше внешних операций, оптимизируя и упрощая все операции.

В табл. 1 рассчитаны временные затраты на переналадку оборудования и Результативность до внедрения SMED.

Таблица 1

**Переналадка лазерного оборудования до внедрения SMED**

№ П/П	Действия	Мин.	Мин.	Результативность процесса
1	Остановка процесса		5	23,5 %
2	Подбор вспомогательного инструмента		4	
3	Раскрепление сопла	2		
4	Снятие сопла	1		
5	Транспортировка сопла в инструментальную кладовую		6	
6	Поиск необходимого сопла		5	
7	Транспортировка сопла до станка		6	
8	Установка сопла	2		
9	Закрепление сопла	2		
10	Проверка затянутости болтов	1		
Итого		8	26	

Результативность считаем, как отношение времени, создающего ценность, к общему времени. Получается:  $8 \div (8 + 26) = 0,235 \approx 23,5 \%$  Внутри самой переналадки содержится множество потерь: перемещения, ожидания, транспортировки, переделки. Эта оценка не говорит, что время выполнения переналадки должна занимать 8 минут ее можно сократить в 5 раз. Те самые 8 минут, которые

мы посчитали ценностью, также можно сократить. В основном это можно сделать за счет совершенства креплений, применения прогрессивного инструмента и так далее.

*Стадии внедрения*

SMED предусматривает прогрессивный подход к совершенствованию переналадки. Для этого нужно пройти 4 стадии.

*Стадия 1*

На первоначальной стадии не делаются различия между внутренними и внешними действиями. Много внешних действий таких, как поиск инструментов и подготовка сопла, выполняются при остановленном станке. Это вызывает ненужное удлинение переналадки.

*Стадия 2*

Это наиболее критичная стадия при внедрении SMED. Она предусматривает разделение операций внутренней и внешней наладки. Составьте контрольный листок табл. 2, включив в него все узлы, условия выполнения операций и шаги, которые нужно выполнить при работающем станке. Затем проверьте функционирование всех узлов чтобы избежать задержек при внутренней наладке. Наконец, нужно исследовать и внедрить наиболее эффективный способ транспортировки кулачков и других частей при работе станка.

*Стадия 3*

Проанализируйте текущий процесс переналадки, чтобы определить, можно ли какое-либо из внутренних действий преобразовать во внешние. Например, подбор вспомогательного инструмента, когда станок еще работает, устраняет необходимость подбора вспомогательного инструмента во время остановки станка.

*Стадия 4*

Изучите операции внутренней и внешней наладки с целью выявления дополнительных возможностей для улучшений. Рассмотрите возможности исключения регулировок и изменения методов крепления.

За долгие годы из нескольких сотен усовершенствований SMED наиболее результативными оказались:

- четкое разделение внутренней и внешней переналадки;
- по возможности полное преобразование внутренней наладки во внешнюю;
- устранение регулировок;
- осуществление крепления без винтов.

Чтобы сделать SMED реальностью, просто продемонстрируйте ее основные способы рабочим и позвольте им самим начать революцию SMED.

Таблица 2

**Контрольный листок замены узлов при включенном и выключенном станке**

Контрольный листок № 21				
Наименование и местонахождение оборудования	При остановленном станке	Условия	При включенном станке	
Цех: Лазерной обработки	Смена кулачков	Проверить крепление перед началом работ	Замена фильтров вытяжки воздуха	не более минуты
Участок: ЛО № 5	Смена сопла	После выключения станка не менее 5 минут		
Оборудование: Лазерный станок гравёр Gray 1060H	Смена охлаждающих чиллеров			
Инвентарный № 10257568BA1				

После пройденных этапов внедрения SMED были сокращены и улучшены процессы переналадки лазерного станка. Сокращено время подбора вспомогательного инструмента, сокращено время транспортировки кулачков до кладовой путем замены исполнителя, сокращено время поиска путем сортировки вспомогательного инструмента. В табл. 3 рассчитаны временные затраты на переналадку оборудования и Результативность после внедрения SMED.

Таблица 3

**Переналадка лазерного оборудования после внедрения SMED**

№ П/П	Действия	Мин.	Мин.	Результативность процесса
1	Остановка процесса		5	54,1 %
2	Подбор вспомогательного инструмента	2		
3	Раскрепление кулачков	2		
4	Снятие кулачков	1		
5	Транспортировка кулачков в инструментальную кладовую	1		
6	Поиск необходимых кулачков	2		
7	Транспортировка кулачков до станка		6	
8	Установка кулачков	2		
9	Закрепление кулачков	2		
10	Проверка затянутости болтов	1		
Итого		13	11	

Результативность считаем, как отношение времени, создающего ценность, к общему времени. Получается:  $13 \div (13 + 11) = 0,541 \approx 54,1 \%$ .

Таким образом, после внедрения SMED время выполнения операций переналадки сократилось с 34 минут до 24 минут, а результативность повысилась с 23,5 до 54,1 %. Потенциал для сокращения времени с помощью метода SMED действительно огромен. Внутри переналадки содержится множество потерь, от которых можно или избавиться, или существенно сократить.

**Список источников**

1. *Сигео С.* Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 344 с.
2. *Джеймс В., Джонс Д.* Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2016. 472 с.
3. *Хоббс Д.* Внедрение бережливого производства. Практическое руководство по оптимизации бизнеса. М.: Гревцов Паблишер, 2015. 352 с.
4. *Берг Д. Б., Добряк П. В.* Модели жизненного цикла: учеб. пособие. Екатеринбург, 2014. 74 с.
5. *Вэйдер М.* Инструменты бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / Пер. с англ. 7-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2011. 125 с.
6. *Клюев А. В.* Бережливое производство: учеб. пособие для СПО. 2-е изд. Саратов; Екатеринбург: Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. 87 с.
7. *Вэйдер М.* Инструменты бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / Пер. с англ. 9-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2017. 125 с.

УДК 502.55

**Д. П. Дмитриева**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГРУЗОВОГО ВОДНОГО ТРАСПОРТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ В 2018–2021 ГГ.**

Санкт-Петербург — важный транспортный узел северо-западного региона России. Так было задумано исторически — город планировался как некий плацдарм для развития водного транспорта: военно-морского, торгового и пассажирского. Согласно первоначальному проекту города (выполненному архитектором Ж. Б. А. Леблоном и с одобрением воспринятому основателем Санкт-Петербурга), основной центр города располагался главным образом на территории Васильевского острова. Вместо параллельно расположенных линий, идущих под номерами, предполагалось прорыть каналы, как в Венеции. Каналы должны были выполнять не только транспортную функцию, но и служить в качестве своеобразных «торговых рядов». Такой проект был неподъемным для царской казны, а также регулярные наводнения острова не позволяли осуществить задуманное. Был выбран план с застройкой левой стороны Невы и заложением верфей и флота.

Исходя из отчета об итогах работы внешнего транспорта за 2020 год в сравнении с соответствующими периодами прошлых лет, составленного СПб ГПУ «Агентство внешнего транспорта» можно увидеть, что доля грузовых перевозок по воде лидирует среди других видов используемого транспорта (рис. 1) [1].

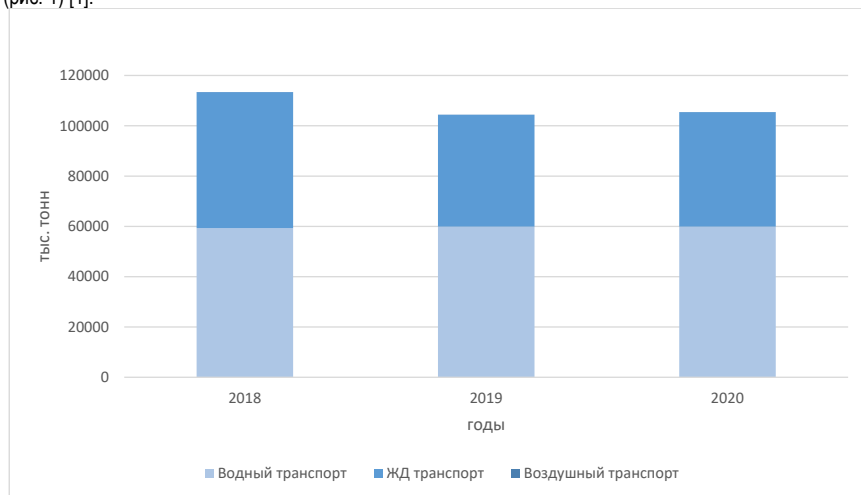


Рис. 1. Динамика грузооборота по годам, тыс. тонн

Общая протяженность рек и каналов города достигает почти 300 км, а площадь водного зеркала составляет порядка 8 % от общей площади города. По этому показателю среди крупнейших городских агломераций мира он занимает одну из лидирующих позиций [2].

По масштабам и уровню загрязнения водоемы города относятся к разным классам. Согласно данным докладов об экологической обстановке в Санкт-Петербурге за 2018–2021 года (табл. 1) можно проследить тенденцию общего загрязнения крупных водотоков в местах их впадения в Финский залив.

Таблица 1

**Тенденция общего загрязнения крупных водотоков в местах их впадения в Финский залив**

Водный объект	Характеристика загрязненности воды				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
р. Нева (без точки впадения р. Охта)	загрязненная	загрязненная	загрязненная	загрязненная	загрязненная
Большая Нева	загрязненная	загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная	загрязненная
Большая Невка	загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная	слабо загрязненная	загрязненная
р. Фонтанка	загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная
р. Мойка	слабо загрязненная	загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная	слабо загрязненная
Малая Нева	загрязненная	загрязненная	слабо загрязненная	загрязненная	загрязненная
Обводный канал	загрязненная	слабо загрязненная	слабо загрязненная	загрязненная	загрязненная

На данный момент отбор проб не производится в местах, близлежащих к перегрузочному комплексу «Бронка», а также таможенным постам в Кронштадте и Ломоносове.

Компания ООО «Хардфор», занимающаяся отслеживанием и контролем сохранности судов, приводит на своем сайте распределение по типам судов, которые чаще всего заходят в Порт Санкт-Петербурга (рис. 2) [3]. Большую долю (около 17 %) занимают сухогрузы, а сразу за ними следуют химовозы и нефтяные танкеры — аварии на этих судах могут вызывать серьезный уровень выбросов вредных веществ в окружающую среду, преимущественно загрязняя акваторию.

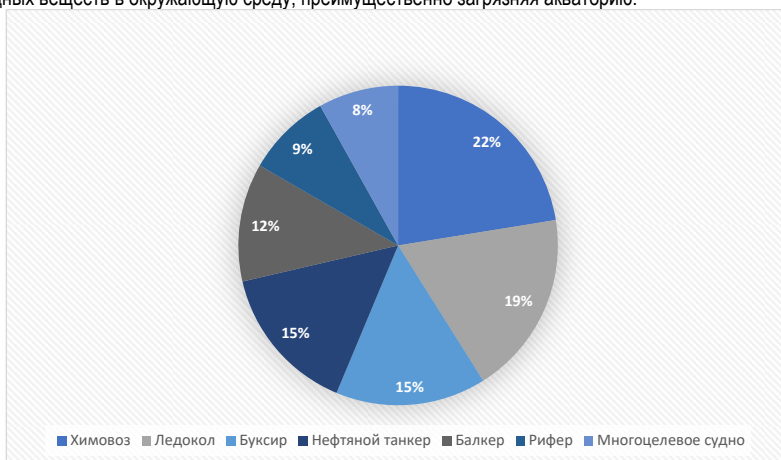


Рис. 2. Распределение по долям типов судов, заходивших в морской порт Санкт-Петербург

В последние годы все чаще возникает обсуждение проблемы заиления каналов. Если сильнейшее микробное загрязнение, особенно придонных слоев, воды у северного побережья Невской губы (включая зону отдыха: станции Морская, Лисий нос, Александровская, Сестрорецк) и практически сто-

процентное поражение токсическими веществами рыб, обитающих в Невской губе токсическими веществами прямо не сказывается на судоходстве, то накопление донных отложений и фекальное загрязнение скрыть невозможно. Несмотря на введение новых очистных станций и канализационных коллекторов и постоянный мониторинг воды в водоемах города общий уровень бактериального загрязнения рек и каналов сильно превышает норму из-за хозяйственно-бытовых сточных вод и продолжающегося сброса бытового мусора. Заиление и накопление донных отложений в отдельных водоемах стало реально тормозить развитие водного транспорта.

Остроту этой проблемы пытались снизить еще в 1980-е годы, когда ежемесячно извлекалось около трех миллионов кубических метров донных отложений. Однако способ ее решения (сброс загрязненного грунта в открытые подводные отвалы, расположенные северные острова Котлин и в районе маяка Толбухин в восточной части Финского залива) был подвергнут резкой и справедливой критике Ленкомэкологией. И даже разработка совместного российско-голландского проекта «Извлечение и удаление загрязненного грунта дноуглубления» при поддержке Министерства экономики Нидерландов не может удовлетворить экологов, несмотря на реальные успехи в очистке реки Фонтанки и некоторых других рек, и каналов Санкт-Петербурга.

Помимо дорогостоящей технологии обезвреживания загрязненных донных отложений (особенно «коктейлей» различных веществ) с использованием химических, физических и термических процессов затрат (до нескольких сотен долларов на м<sup>3</sup> загрязненных осадков), остается проблема складирования загрязненных грунтов.

В принципе, часть средне-загрязненных и чистых осадков, содержащих преимущественно песок и глину, может быть использована для намывных работ (в частности, на Канонерском острове). Но проблема утилизации сильно загрязненных осадков с петербургских водоемов остается не решенной.

Необходимо отметить, что кроме загрязнения воздушной среды, другим источником экологической опасности является загрязнение акваторий портов, рек и водоемов за счет так называемых «подсланевых вод», которые образуются в машинных отделениях судов и отличаются высоким содержанием нефтепродуктов. Источниками загрязнения могут являться также нефть и нефтепродукты, попадающие в водные ресурсы вследствие недостаточной герметичности корпусов нефтеналивных судов и бункеровочных станций, утечки нефтепродуктов в процессе перегрузки и др. Загрязнение акваторий портов, рек и водоемов нефтью и нефтепродуктами затрудняет все виды водопользования. Влияние нефти, керосина, бензина, мазута, смазочных масел на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха), растворении в воде токсических веществ, образовании поверхностной пленки, понижающей содержание в воде кислорода, а также осадка нефти на дне водоема. Характерный запах, и привкус обнаруживаются уже при концентрации нефти и нефтепродуктов в воде 0,5 мг/л.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами акваторий портов, рек и водоемов приводит к ухудшению качества рыбы (появление окраски, пятен, запаха, привкуса), гибели, отклонениям от нормального развития, нарушению миграции рыб, молоди, личинок и икры, сокращению кормовых запасов (бентоса, планктона), мест обитания, нереста и нагула рыб. Биомасса бентоса и планктона на загрязненных участках реки резко уменьшается. Токсическое воздействие нефти и нефтепродуктов на рыб обуславливается выделяющимися при разрушении нефти токсическими веществами. Особую опасность представляют нафтеновые кислоты, содержащиеся в нефти и нефтепродуктах. Концентрация нефти в воде 20–30 мг/л вызывает нарушение условно-рефлекторной деятельности рыб, их гибель. Донные нефтяные отложения в анаэробных условиях (при дефиците кислорода) сохраняются длительное время и являются источником вторичного загрязнения водоемов [4].

Неправильная эксплуатация судов может приводить к авариям, в результате которых происходит негативное вмешательство в деятельность разных сфер окружающей городской среды. Причинами высокой аварийности, по данным Минтранса РФ, являются:

- крайняя изношенность большей части судов;
- низкий уровень профессионализма судоводительского состава;
- низкий уровень трудовой дисциплины экипажей судов;
- недостаточная ответственность судовладельцев при подготовке судов к безопасному плава-

нию;



— недостаточная эффективность контролирующей и надзорной деятельности.

С 2015 года в рамках комплексной работы по предупреждению загрязнения акватории водных объектов Санкт-Петербурга нефтесодержащими водами Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности совместно с ГУП «Пиларн» была разработана система приема загрязненных вод с судов. ГУП «Пиларн» ведет прием подсланевых вод с пассажирских судов на городской акватории. В результате за навигацию 2018 года было принято и, тем самым предотвращен сброс в водные объекты, 563 т нефтеводной смеси, в 2019 году – 672,5 т нефтеводной смеси, в 2020 году – 286,34 т нефтеводной смеси, в 2021 году – 605 т нефтеводной смеси.

По статистике, в среднем поступает более 300 сообщений о загрязнении акватории нефтепродуктами в год. В 2021 году силами ЭкзСл ГУП «Пиларн» было осуществлено 324 выхода на ликвидацию нефтеразливов различного характера, при этом собрано более 50 т нефтеводной смеси [5].

Незаслуженно мало внимания уделяется электромагнитному загрязнению вод Балтийского моря (и Финского залива, в частности), хотя именно в Северо-Западном регионе существуют фундаментальные исследования влияния данного загрязнения на состояние водоемов. Важность исследования влияния данного вида загрязнения усиливается в связи с возрастающими объемами судоходства на Балтике, техническим переоснащением судов, применением глобальных информационных систем. Состояние природных водоемов оценивается следующими электрофизическими показателями, формирующими электромагнитные характеристики водоемов:

- диэлектрическая проницаемость;
- магнитная проницаемость;
- электрическая проводимость воды.

Макроскопические электромагнитные показатели водной среды формируются внезапными источниками генерации электромагнитного поля, проникающего в водную среду. Движение самой водной среды в магнитном поле Земли также приводит к возникновению электромагнитного поля с определенной электродвижущей силой, зависящей от мощности и частоты колебаний возмущающего фактора. Определенные виды движения воды (ветровое волнение, зыбь, внутренние волны, вихревые пульсации) также сопровождаются возникновением электромагнитного эффекта. Описана большая группа квазистационарных источников электромагнитного эффекта:

- концентрационно-диффузионные и адсорбционные процессы, возникающие при электрохимическом взаимодействии веществ в водной среде;
- электрокинетические явления, возникающие при контактах донных и береговых грунтов с водой;
- локальные возмущения импульсного характера при контактах водных живых организмов;
- возникновение разности потенциалов в процессе замерзания воды на границе раздела вода – лед и др.

Помимо естественных факторов, на электромагнитные показатели водной среды влияют и техногенные факторы:

- аномальные электромагнитные эффекты в водной среде из-за деятельности технического оборудования трансформации всех видов энергии;
- электрическое поле кильватерной струи при движении плавсредств;
- электромагнитное излучение установок радиосвязи;
- электрохимические поля, возникающие при загрязнении акваторий сточными водами;
- блуждающие токи от подводных кабелей и др.

Таким образом, электромагнитная составляющая является неотъемлемой частью общей характеристики состояния акватории и зависит от множества природных и техногенных факторов. Исследования электромагнитных явлений в водной среде ведутся достаточно продолжительный период, однако пока нет обоснованного определения фонового электромагнитного поля. Во многом это объясняется многофакторностью и сезонной изменчивостью электромагнитных характеристик, а также слишком обширным полем исследования для выведения общего фонового показателя [6].

Исследования биологической опасности электромагнитных полей крайне актуальны для установления степени изменения состояния водных экосистем. Электромагнитные излучения естественной природы воспринимаются живыми организмами в пределах их толерантности к этому фактору. Всякое превышение, а тем более в совокупности с электромагнитным воздействием техногенного происхождения, приводит к необратимым изменениям в водных экосистемах. Исследователями установлено влияние естественных и техногенных электромагнитных полей на жизнедеятельность водных организмов:

- угнетаются физиологические процессы, особенно размножение и развитие;
- изменяются биоритмы и поведенческие реакции гидробионтов.

Негативное антропогенное воздействие, производимое на акваторию Балтики в течение длительного периода, сформировало экологические вызовы. Регистрируются ненаблюдаемые ранее явления:

- появление чужеродных видов организмов;
- бурный рост токсичных видов цианобактерий;
- чрезмерное размножение нитчатых водорослей;
- увеличение видов сине-зеленых водорослей;
- эвтрофикация открытого моря и прибрежных зон;
- ухудшение качества воды Балтийского моря.

По мнению исследователей, планируемое резкое увеличение хозяйственной деятельности в акватории приведет к еще более серьезным экологическим последствиям. Уже сейчас восточная часть Финского залива стала накопителем и инкубатором чужеродных видов организмов, проникающих и в остальные водные бассейны России. Финский залив по совокупности признаков признан одной из наиболее загрязненных частей Балтийского моря.

Таким образом, очевидно, что влияние грузового транспорта преимущественно негативное и направлено на акваторию дельты Невы и Финского залива, но не внутригородских каналов. Так как водные объекты соединены между собой, то воздействие происходит на все части водной сети города, но в разной степени.

#### Список источников

1. Отчет об итогах работы внешнего транспорта за 2020 год в сравнении с соответствующими периодами прошлых лет СПб ГКУ «Агентство внешнего транспорта». URL: <http://avt.spb.ru/media/266/docs/8692/additions/2020.pdf> (дата обращения: 05.01.2023).
2. *Макеев И. В.* Санкт-Петербург как один из центров развития речного транспорта в России // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2016. С. 519–521.
3. Суда морского порта Санкт-Петербурга. URL: <https://goradar.ru/port/Sankt-Peterburg> (дата обращения: 05.01.2023).
4. *Голубев Г. Н.* Геоэкология. М.: ГЕОС, 1999. 338 с.
5. Доклад об экологической обстановке в Санкт-Петербурге в 2021 году. URL: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/06/27/05/Доклад\\_2022\\_собранный.pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2022/06/27/05/Доклад_2022_собранный.pdf) (дата обращения: 06.01.2023).
6. *Александров В. В.* Экологическая роль электромагнетизма. СПб.: Политех. ун-т, 2006.

УДК 004

**Л. Ю. Драчевская**

студентка кафедры прикладной математики

**С. И. Яковлев**

кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

## ФРАКТАЛЫ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

### Введение

Жизнь в современном мире тесно связана с технологиями и информацией. Уже с середины двадцатого века человечество переходит от традиционной промышленности к экономике строящейся в основном на информационных технологиях. По-другому такой переход называется «цифровая эпоха» или «компьютерная эпоха». За прошедшие десятилетия наука сделала огромный шаг в развитии различного рода носителей информации, а именно цифровых систем.

Если обратить внимание на открытия в математике, то можно увидеть, что цифровая эпоха тесно связана с таким открытием, как фракталы и фрактальная геометрия.

Фракталы – фигуры, которые не отвечают никаким аксиомам традиционной геометрии. Это одно из самых необычных и таинственных открытий двадцатого века. Фрактальная графика соединяет в себе две сферы жизни человека – математика и компьютерная графика. С помощью математики можно построить фрактал. Компьютерная графика позволяет отобразить фрактал, изменить его. Благодаря фракталу произошло сближение дизайнера и информационных систем в обществе.

Само слово «фрактал» появилось благодаря ученому Бенуа Мандельброту в 1975 году. По его определению фрактал – структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому, если объяснить более простым языком, то можно сказать, что небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале [1]. Благодаря этому свойству можно использовать фракталы для различных нужд в дизайне: генерации поверхности местности, создания сложных и завораживающих рисунков. Для этих целей можно использовать компьютеры, которые дают возможность строить модели бесконечно детализированных фигур.

Первые идеи фрактальной геометрии возникли в XIX веке. Кантор с помощью простой рекурсивной процедуры превратил линию в набор несвязанных точек (так называемая Пыль Кантора). Он брал линию и удалял центральную треть и после этого повторял то же самое с оставшимися отрезками. После этого также в XX веке самоподобными фигурами интересовался французский математик Анри Пуанкаре, который инициировал исследования в области нелинейной динамики около 1890 года, что привело к появлению современной теории хаоса. Также в XX веке открытие в области фракталов совершили Г. Жюлиа и П. Фат. Жюлиа доказал существование гомоклинического пучка, а Фату создал один из первых нелинейных фракталов Пыль Фату. Но все же основателем всей фрактальной геометрии является Бенуа Мандельброт, который выпустил первую книгу про самоподобные фигуры в 1983 году. Он впервые ввел понятие «фрактал» и дал четкое определение. Создатель типичного линейного фрактала Кох. Его открытиями являются кривая Коха и снежинка Коха. Также предшественниками являются Хаусдорф и Безикович, которые создали понятие дробной размерности, важнейшее во всей фрактальной науке.

### Материалы и методы

Фрактальная наука совсем молодая область математики, которая продолжает интенсивно развиваться. Замысловатые рисунки, открытые благодаря математикам, удивляют и восхищают. Открытие фракталов распахнуло двери в новый мир, который еще не до конца понятен человеку.

Фрактал – это термин, означающий геометрическую фигуру, обладающую свойством самоподобия, то есть составленную из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Фракталы делятся на три большие группы: геометрические, алгебраические и стохастические фракталы.

Алгебраические фракталы строятся на основе алгебраических формул. Фракталы этого типа возникают при исследовании нелинейных динамических систем. Поведение такой системы можно описать комплексной нелинейной функцией. Возьмем какую-нибудь начальную точку на комплексной плоскости. Теперь рассмотрим бесконечную последовательность чисел на комплексной плоскости, каждое следующее из которых получается из предыдущего. В зависимости от начальной точки такая последовательность может вести себя по-разному: стремиться к бесконечности; сходиться к какой-то конечной точке; циклически принимать ряд фиксированных значений; возможны и более сложные варианты.

Геометрические фракталы строятся на основе исходной фигуры путем ее дробления и выполнения различных преобразований полученных фрагментов. Фракталы этого типа строятся поэтапно. Сначала изображается основа. Затем некоторые части основы заменяются на фрагмент. На каждом следующем этапе части уже построенной фигуры, аналогичные заменяемым частям основы, вновь заменяются на фрагмент, взятый в подходящем масштабе. Всякий раз масштаб уменьшается. Когда изменения становятся визуально незаметными, считают, что построенная фигура хорошо приближает фрактал и дает представление о его форме. Для получения самого фрактала нужно бесконечное число этапов. Меняя основу и фрагмент, можно получить много разных геометрических фракталов.

При построении стохастических фракталов случайным образом изменяют некоторые параметры, определяющие структуру фрактала. При этом можно получить объекты, очень похожие на природные.

Фракталы известны уже столетие, имеют множество применений в жизни. Однако это явление основано на очень простой идее: бесконечное разнообразие форм можно получить из относительно простых структур, используя всего две операции копирование и масштабирование.

Фракталы в природе встречаются повсеместно, человек не приложил к этому своей руки, но наблюдает фрактальный мир вокруг. К природным фракталам можно отнести облака, деревья, горы, береговую линию реки. Все это и многое другое создано природой и существует много тысяч лет.

Если отойти от природной сущности фракталов и перейти к их практическому применению в жизни человека, то одним из первых технических применений является создание фрактальных антенн. Фрактальные антенны – это относительно новый класс электрических малых антенн (ЭМА), принципиально отличающийся своей геометрией от известных решений [2]. В 1990-х годах на одной из лекций Б. Мандельброта Натан Коэл настолько впечатлился свойствами фракталов, что решил отойти от огромных и громоздких антенн. Традиционная эволюция антенн базировалась на евклидовой геометрии. Фрактальная антенна с удивительно компактным дизайном обеспечивает превосходную широкополосную производительность в маленьком форм-факторе. Достаточно компактны для установки или встраивания в различных местах, фрактальные антенны используются для морских, воздушных транспортных средств, или мобильных телефонов.

Фракталы прекрасно зарекомендовали себя при обработке изображений, улучшении качества и четкости изображения. Фрактальная обработка изображений намного улучшает распознавание объектов на фотографиях и других изображениях для любой области ее применения.

В Институте радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН созданы эффективные методы измерения фрактальных характеристик и обработки изображений, которые широко применяются в различных физико-технических, астрономических, биологических, медицинских и т. п. исследованиях [3]. В частности, с помощью синтезированных фрактальных алгоритмов удается выделить номера автомобилей, оптические изображения которых получены в условиях очень сильных помех (пыль, дым, туман).

Алгебраические фракталы с итерационно-функциональным подходом к использованию помогают в шифровании передаваемых данных. Предлагаемый подход является вариантом гаммирования, где в качестве такой последовательности псевдослучайных элементов используется фрактальная последовательность. Ключевой проблемой технических средств защиты информации является порождение действительно случайной последовательности битов. Применение шумоподобных систем, основанных на фрактальных сигналах, дает потенциальное преимущество над традиционными системами псевдослучайных последовательностей.

Фракталы часто используются для создания различного рода визуализаций, видеoinсталляций, создания спецэффектов в компьютерной графике и т. д. [4]. Добавляя случайные возмущения к фор-

мулам, определяющим фрактал, можно получить стохастические фракталы, которые очень правдоподобно передают некоторые реальные объекты – элементы рельефа, поверхность водоемов, некоторые растения. Во многих играх, где присутствуют разного рода природные ландшафты, используются фрактальные алгоритмы. Этот способ довольно эффективно зарекомендовал себя. Так как настоящие природные объекты имеют в основе своей фрактальную структуру, программисты успешно создают компьютерные ландшафты на основе фрактальных алгоритмов.

Одним из эффективных инструментов анализа нелинейных динамических систем является фрактальный анализ. Фрактальный анализ данных оперирует временными рядами, которые представляют собой реализацию анализируемого процесса. При помощи фрактального анализа становится возможным выявлять устойчивые тенденции поведения временного ряда с учетом динамического состояния анализируемой системы. Наиболее распространенным методом фрактального анализа данных является R/S-анализ. Оценка тенденций поведения временного ряда в рамках R/S-анализа производится при помощи показателя Херста. В практике анализа показатель Херста используется для оценки степени стохастичности или детерминированности процесса.

Фракталы используются в медицине. Человеческое тело состоит из множества фракталоподобных структур: системы кровообращения, мышц, бронхов и т. д., поэтому ученые задумались о возможности использования фрактальных алгоритмов для диагностики и лечения любых заболеваний. Оказалось, что такая возможность существует. Фрактальная теория, например, может быть использована для анализа электрокардиограмм. В последние годы в развитых странах, несмотря на очевидные успехи в разработке новых лабораторных и инструментальных методов диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, рост последних неуклонно продолжается. Периоды биоритмов, в частности частоты сердечных сокращений, длящиеся около часа, суток или более, могут быть изучены традиционными методами гистограммного или спектрального анализа. Однако оценка хроноструктуры по величине и ритмам фрактальной размерности, индексам Херста позволяет судить о нарушениях гомеостаза и развитии конкретных заболеваний на более ранней стадии и с большей точностью и информативностью.

Фракталы очень часто используются в геологии и геофизике. Ни для кого не секрет, что бережья островов и континентов имеют некоторую фрактальную размерность, зная которую можно очень точно рассчитать их длину. Фрактальный анализ также помогает в поиске и разработке месторождений полезных ископаемых, распределение которых очень часто происходит по фрактальному механизму. Изучение тектоники разломов и сейсмичности иногда также проводится с использованием фрактальных алгоритмов [5].

Геофизика использует фракталы и фрактальный анализ для изучения аномалий магнитного поля, для изучения распространения волн и вибраций в упругих средах, для изучения климата и многих других природных явлений.

Фракталы используются в физике еще более широко. Например, в физике твердых тел фрактальные алгоритмы позволяют точно описывать и предсказывать свойства твердых, пористых, губчатых тел, различных аэрогелей. Это помогает в создании новых материалов с необычными и полезными свойствами. Изучение турбулентности в потоках очень хорошо подстраивается под фракталы. Турбулентные потоки хаотичны, и поэтому их сложно смоделировать традиционными методами. А переход к фрактальному представлению позволяет лучше понять их динамику, как сложной системы. Распределения звезд, галактики, скопления галактик и тому подобные материи издавна завораживают как любителей, так и специалистов, однако кластеризация до сих пор остается на периферии астрономии, да и всей астрофизики в целом. Главная причина заключается в том, что никто так и не в состоянии объяснить, почему распределение материи подчиняется иррегулярным иерархическим законам – по крайней мере, в определенном диапазоне масштабов. Во многих трудах, посвященных этой теме, все чаще используется концепция фрактальности вселенной и уже появилась теория фрактальной космологии [6].

Можно немного отойти от научной составляющей фракталов и обратиться к их завораживающей красоте. Фрактальное искусство является неотъемлемой компонентой компьютерного искусства. Компьютерное искусство – это творческая деятельность, основанная на использовании информационных (компьютерных) технологий, результатом которой являются произведения искусства в цифровой

форме. Благодаря своим необычным и ярким формам фракталы быстро нашли воплощение в дизайне мебели, паркета, столешниц, подносов, витражей, ваз и даже носков. Скульпторы, архитекторы и ландшафтные дизайнеры также заинтересовались фракталами.

Одна из целей, стоящих перед искусством, это живописная выразительность и точность изображения окружающего нас мира. Компьютеры позволили создавать трехмерные изображения фантастических пейзажей и других картин с фотографической точностью. И вместе с картинами стало возможным не улавливать отдельные моменты, а охватывать реальность в движении и измерениях. Время на этих картинах не фиксировано, и можно создавать плоские или трехмерные движущиеся изображения даже с тех точек зрения, которые недоступны человеческому глазу или камере [7]. Компьютерная графика – это графические изображения, созданные компьютером. Фрактальная графика, а также векторная и трехмерная графика поддаются вычислению. Их главное отличие заключается в том, что изображение строится в соответствии с уравнением или системой уравнений. Изменяя и комбинируя окраску фрактальных фигур, можно моделировать изображения живой и неживой природы, а также составлять различные композиции из полученных фигур.



Рис. 1. Множество Жюлиа

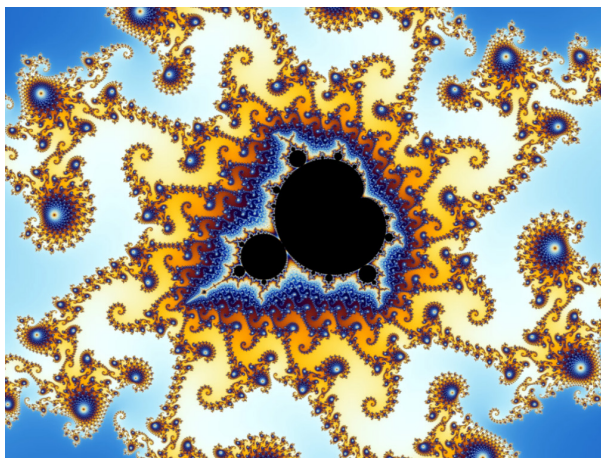


Рис. 2. Множество Мандельброта

Фрактальное искусство редко рисуется или раскрашивается вручную. Обычно вся композиция создается косвенно с помощью программного обеспечения для генерации фракталов, проходя три этапа: настройка параметров соответствующего программного обеспечения для фракталов; выполнение, возможно, длительных вычислений; оценка продукта. В некоторых случаях для дальнейшего изменения полученных изображений используются другие графические программы. Это называется постобработкой. Не фрактальные изображения также могут быть интегрированы в художественное произведение. Множество Жюлиа (рис. 1) и множества Мандельброта (рис. 2) можно рассматривать как иконы фрактального искусства.

Предполагалось, что фрактальное искусство не могло бы развиваться без компьютеров, то есть без предоставляемых ими вычислительных возможностей. Фракталы генерируются путем применения итерационных методов к решению нелинейных уравнений или полиномиальных уравнений. Фракталы – это любая из различных чрезвычайно неправильных кривых или форм, для которых любая выбранная часть похожа по форме на данную большую или меньшую часть при увеличении или уменьшении до того же размера.

Фракталы всех видов были использованы в качестве основы для цифрового искусства и анимации. Цветная графика с высоким разрешением стала все более доступной в научно-исследовательских лабораториях в середине 1980-х годов [8]. Научные формы искусства включая фрактальное искусство развивались отдельно от господствующей культуры. Начиная с 2-мерных деталей фракталов, таких как множество Мандельброта, фракталы нашли художественное применение в таких разнообразных областях, как генерация текстур, моделирование роста растений и генерация ландшафта.

### Результаты

В статье разобраны как типы фракталов, так и применение фракталов в жизни человека. В настоящее время теория фракталов широко используется в различных областях человеческой деятельности. Изучение фракталов продолжается, и области их применения увеличиваются. Уже сейчас можно сказать, что фракталы используются почти во всех областях знаний человека. Многие фрактальные изображения вызывают восхищение из-за их воспринимаемой гармонии. Обычно это достигается с помощью образцов для повторения, которые возникают из баланса порядка и хаоса. Таким образом, фрактальное искусство развивается так же, как и компьютерные технологии. Многие дизайнеры вдохновляются таинственными и увлекательными фигурами фракталов.

### Обсуждение

Применение фракталов упрощают жизнь человека особенно в эпоху компьютерных технологий. Для дизайна фракталы очень удобны в использовании, так как их не нужно рисовать вручную. Достаточно лишь использовать технические средства, в которых уже сохранены алгоритмы и уравнения для построения фракталов. Человеку необходимо лишь задать координаты, выбрать цвет и масштаб, программа сама отрисует готовую фрактальную картину.

### Список источников

1. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерный исследований, 2002. 666 с.
2. *Потапов А. А.* Фракталы в радиофизике и радиолокации: Топология выборки. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Университетская книга, 2005. 848 с.
3. *Потапов А. А.* Фракталы, скейлинг и дробные операторы в физике и радиотехнике // Радиозлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. 2009. Т. 1. № 1–2. С. 64–128.
4. *Осталчук А. К., Овсянников В. Е.* Применение теории фракталов в математическом моделировании и технике: учеб. пособие. Курган, 2009. 76 с.
5. *Тарасенко В. В.* Фрактальная логика. М.: Прогресс-Традиция, 2002. 160 с.
6. *Мышев А. В., Дунин А. В.* Фрактальные методы в информационных технологиях обработки, анализа и классификации больших потоков астрономических данных // Труды XIX Междунар. конф.

«Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных». М., 2017. С. 172–176.

7. *Петушкова Т. А., Белгородский В. С.* Фрактал как система концептуального анализа визуально-графических коммуникаций модных брендов // *Костюмология*. 2019. № 3. С. 22.

8. *Бердичевский Е. Г.* Фрактальные технологии в дизайне и технической эстетике // *Гуманитарные технологии в современном мире*. Материалы V Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. 2017. С. 146–149.



УДК 005.6

**В. А. Евсеева**

студентка ГУАП ИНДО

**К. А. Вагенлейтер**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. М. Милова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## **ВЫБОР КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

### **Введение**

Качество выпускаемой продукции на сегодняшний день расценивается, как решающее условие ее конкурентоспособности, а в периоды геополитической нестабильности, когда товары, которые ранее до этого времени регулярно импортировались в страну, перестают поступать на отечественный рынок, проблема импортозамещения для развития экономики России, имеет особую актуальность. Данная статья посвящена улучшению процесса контроля качества на производстве, в частности средствам контроля. Средства, не обеспечивающие требуемую точность измерения, приводят к выпуску продукции, которая не соответствует установленным требованиям.

### **Материалы и методы**

Для улучшения метода контроля и для бесперебойного производства предлагается внедрение разработанного контрольно-измерительного приспособления (КИП). Для решения данной задачи может подойти и контрольно-измерительная машина (КИМ). Однако преимущество контрольного приспособления заключается в простоте его использования. Обеспечение оптимальной точности контрольных операций, удобство в работе, технологичность изготовления, износоустойчивость и экономическая целесообразность – основные требования, предъявляемые к конструкции КИП.

Основные проблемы измерения и причины для их устранения: данная операция не может проводиться с помощью классических измерительных инструментов, например, линейкой, потому что контроль проводится не точно и место является труднодоступным. Если на установленной плоскости будут лежать недопустимые элементы монтажа, это затруднит сборку прибора на дальнейших этапах и приведет к задержке последующей операции производства и соответственно срывов сроков изготовления.

Чтобы данная контрольная операция проходила с наименьшей погрешностью и с наименьшим риском повредить прибор, в ходе работы разработано и предложено приспособление, представленное на рис. 1, 2.

На рис. 1 представлен эскиз приспособления, на который нанесены размеры, которые требуют проверки в данной контрольной операции. Из эскиза и 3D-модели (рис. 2.) видно, что приспособление выполнено в виде шаблона и позволяет с минимумом действий проверить отсутствие монтажа там, где это необходимо.

На прибор устанавливается шаблон, в качестве блока-имитатора, как показано на рис. 3. Болышки, выступающие из КИП, входят в отверстия основного прибора и упираются в стенку. В результате данных манипуляций контролируются необходимые параметры.

Большое количество несоответствий происходит в результате неправильного выбора материала [1]. Чтобы исправить сложившуюся ситуацию, предлагается закупить новое оборудование для входного контроля сырья и материалов, а именно спектрометр.

Спектрометр является оптическим прибором, используемый для накопления спектра и его последующего анализа с помощью различных аналитических методов. Данный прибор широко используется для контроля качества сырья, готовой продукции и технологических процессов на производстве, а также при проведении научных исследований.

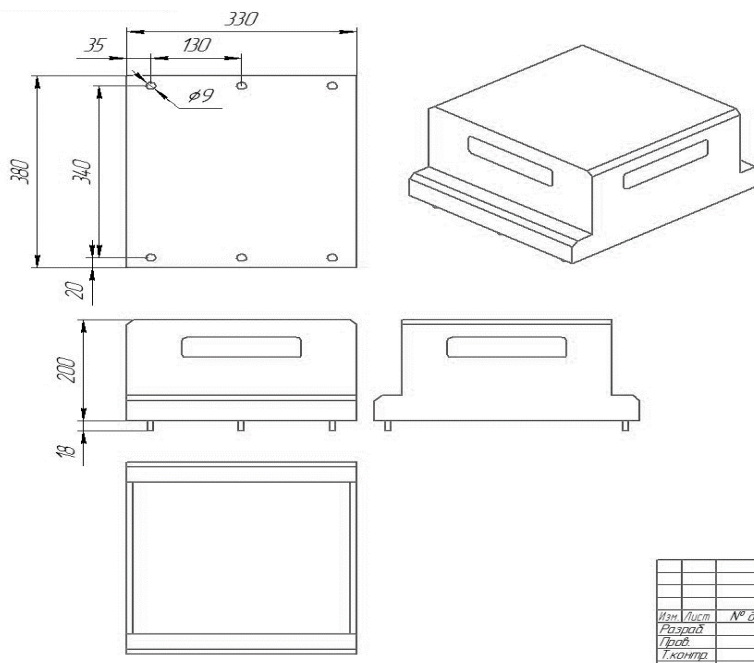


Рис. 1. Эскиз приспособления

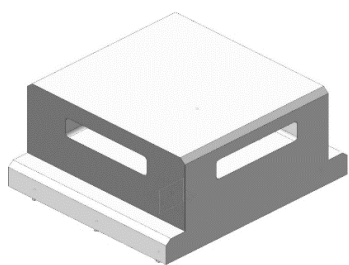


Рис. 2. 3D-модель приспособления

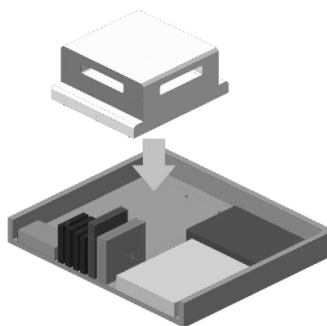


Рис. 3. Работа КИП

За образец исследования выбран портативный спектрометр EDX-Pocket-IV. Он обладает очень широким диапазоном применений: стали, сплавы, минералы, руды, горные породы, шлаки, почвы, грунты могут быть легко проанализированы, будучи в твердом, жидком или порошкообразном состоянии.

В качестве аналогов выбраны спектрометры ДФС-500 и Q4 Tasman 170. Спектрометр ДФС-500

– компактный, надежный, современный прибор, широко распространенных в России и странах СНГ, сочетает лучшие качества своих предшественников с самыми современными техническими решениями. Q4 TASMAN 170 – стационарный настольный искровой оптико-эмиссионный спектрометр на базе новейших технологий. Является идеальной аналитической системой для спектрального анализа металлов и сплавов и применяется в условиях исследовательских лабораторий и цеха.

В качестве базового изделия выбран лучший из аналогов портативный лазерный спектрометр Laser-Z 500 на основе экспертной оценки методом попарного сопоставления значений показателей качества. Laser-Z 500 позволяет анализировать в металлах, сплавах, горно-геологических образцах химические элементы от водорода до урана, на минимально возможных концентрациях. Этот лазерный анализатор основан на методе лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии, имеет повышенную мощность импульсного лазера, что в сочетании с запатентованной системой, позволяет измерять углерод и другие легкие элементы на небывалом для портативных спектрометров уровне.

Для проведения квалиметрического анализа использованы следующие показатели качества [2].

Показатели назначения:

- спектральный диапазон, нм;
- базовая погрешность измерения;
- скорость измерений, изм/с;
- габаритные размеры, мм;
- масса, кг;
- условия эксплуатации (температура, влажность), °С.

Экономический показатель:

- конечная розничная цена, руб.

Показатель надежности:

- гарантийный срок, мес.

Показатели эстетичности и эргономичности нельзя оценить какой-либо физической величиной, поэтому к ним применен метод балльной оценки [3].

Определение эстетических и эргономических показателей производится экспертным методом [7], путем выставления экспертами оценок по трехбалльной шкале.

Итоговый балл для каждого параметра высчитывается по формуле (1):

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7}{7}, \quad (1)$$

где  $Q_i$  – оценка, поставленная экспертом по каждому параметру; 1 балл – «удовлетворительно»; 2 балла – «хорошо»; 3 – балла «отлично».

Для сравнения с базовым образцом используется дифференциальный метод оценки качества изделия [4], который представляет собой квалификационный метод. Он подразумевает оценку по такому критерию, как «соответствует» или «не соответствует» исследуемый объект установленному уровню качества. Одновременно с этим, в ходе реализации дифференциального метода, отдельно количественно оценивается каждое свойство изделия. Это дает возможность принять конкретные решения в управлении качеством.

Применительно к рассматриваемой проблеме, данный метод оценки заключается в сравнении единичных показателей качества с соответствующими показателями базового образца. А также при применении дифференциального метода определяется, достигает ли качество исследуемого изделия качества базового образца; устанавливается какие именно единичные показатели оцениваемого изделия превосходят или не соответствуют показателям качества базового образца, а также насколько отличаются друг от друга аналогичные единичные характеристики.

## Результаты

Оценка показателей эстетичности для изделий (изделие № 1 – EDX Pocket IV; изделие № 2 – ДФС-500; изделие № 3 – Q4 Tasman 170) представлена в табл. 1, оценка показателей эргономичности – в табл. 2, итоговые оценки показателей таблиц 1 и 2 представлены в табл. 3.

Таблица 1

**Оценка показателей эстетичности**

№ Эксперта	1			2			3			4			5			6			7		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Информационная выразительность	3	1	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	2	2	3	1	2	3	2	2
Рациональность формы	3	2	3	3	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	1	3	1	1
Целостность композиции	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1

Таблица 2

**Оценка показателей эргономичности**

№ Эксперта	1			2			3			4			5			6			7		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Гигиенические	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	1	3	2	2	3	2	3	3
Физиологические	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	2
Психологические	2	2	2	3	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	1	3

Таблица 3

**Итоговые оценки показателей таблиц 2, 3**

Показатель качества	Исследуемые изделия		
	EDX POCKET IV	ДФС-500	Q4 TASMAN 170
Информационная выразительность	3	1,4	2
Рациональность формы	2,6	1,6	1,9
Целостность композиции	2,6	2,1	2
Гигиенические	2,7	2,1	2,9
Физиологические	2,4	2,4	2,3
Психологические	2,3	2	2,6

Весовые коэффициенты определены методом ранжирования – расстановкой объектов измерений или показателей в порядке их предпочтения, по важности или весомости [5].

Семь экспертов в процессе экспертизы составили ранжированные ряды по убывающей шкале порядка:

- Эксперт № 1 Q9<Q8<Q6<Q10<Q7<Q5<Q4<Q2<Q3<Q1;
- Эксперт № 2 Q9<Q8<Q10<Q7<Q6<Q4<Q5<Q3<Q2<Q1;
- Эксперт № 3 Q9<Q8<Q10<Q6<Q5<Q4<Q2<Q3<Q7<Q1;
- Эксперт № 4 Q8<Q9<Q50<Q6<Q4<Q2<Q3<Q10<Q7<Q1;

Эксперт № 5 Q9<Q8<Q4<Q5<Q6<Q10<Q7<Q3<Q2<Q1;

Эксперт № 6 Q8<Q9<Q6<Q4<Q5<Q7<Q10<Q2<Q1<Q3;

Эксперт № 7 Q9<Q9<Q6<Q5<Q4<Q10<Q7<Q1<Q2<Q3.

Определяем суммы рангов каждого показателя:

Q1=10+10+10+10+10+9+8=67;

Q2=9+8+8+7+8+10=60;

Q3=9+8+8+7+8+10=60;

Q4=7+6+6+5+3+4+5=36;

Q5=6+7+5+3+4+5+4=34;

Q6=3+5+4+4+5+3+3=27;

Q7=5+4+9+9+7+6+7=47;

Q8=2+2+2+1+2+1+2=12;

Q9=1+1+1+2+1+2+1=9;

Q10=4+3+3+8+6+7+6=37.

Строим ранжированный ряд весовых коэффициентов:

Q9<Q8<Q6<Q5<Q4<Q10<Q7<Q3<Q2<Q1.

В табл. 4 представлены абсолютные показатели качества исследуемых изделий.

Таблица 4

**Абсолютные единичные показатели качества**

Абсолютные единичные показатели качества	EDX-Pocket-IV	ДФС-500	Q4 Tasman 170	Laser-Z 500	Весовой коэффициент
Показатели назначения					
Спектральный диапазон, нм	170 – 620	175 – 425	170 – 620	170–770	0,170
Базовая погрешность измерения, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,165
Время измерения, с	5	10	15	1	0,152
Габаритные размеры, мм	234x306x82	630x525x825	550x650x800	260x240x90	0,091
Масса, кг	1,9	80	75	2,1	0,086
Условия эксплуатации:					
Температура, °C	-10 ~ +50	+15~ +35	+15~ +35	-20 ~ +50	0,069
Относительная влажность, %	<90	<80	<80	<90	
Экономический показатель					
Цена, евро	55 000	43 500	63 124	80 000	0,119
Эргономические показатели	2,7	1,7	2	3	0,031
Эстетические показатели	2,5	2,2	2,6	3	0,023
Показатель надежности					
Гарантийный срок, мес.	24	12	24	36	0,094

Для расчета относительного показателя качества существует две формулы: прямая и обратная [6].

Прямая формула (2) необходима для расчета в тех случаях, когда повышение качества конструкции характеризуется уменьшением показателя:

$$Q = \frac{B}{P}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – единичный показатель качества исследуемого изделия по  $i$ -му свойству;  $B_i$  – базовый единичный показатель качества по  $i$ -му свойству;  $Q_i$  – относительный показатель качества исследуемого изделия по  $i$ -му свойству.

Обратная формула служит для расчета относительных показателей качества тогда, когда повышение качества характеризуется увеличением показателя:

$$Q = \frac{P}{B}. \quad (3)$$

Таблица 5

**Относительные показатели качества**

Относительные единичные показатели качества	EDX-Pocket-IV	ДФС-500	Q4 Tasman 170	Весовой коэффициент
Спектральный диапазон, нм	0,75	0,455	0,75	0,170
Базовая погрешность измерения, %	1	1	1	0,165
Время измерения, с	0,2	0,1	0,07	0,152
Габаритные размеры, мм	0,9	0,3	0,3	0,091
Масса, кг	0,9	38,1	35,7	0,086
Условия эксплуатации: температура, °C	1	0,3	0,3	0,69
относительная влажность, %	1	0,9	0,9	
Цена, евро	0,68	0,54	0,79	0,119
Эргономические показатели	0,9	0,6	0,7	0,031
Эстетические показатели	0,8	0,7	0,9	0,023
Гарантийный срок, мес.	0,7	0,33	0,7	0,094

Из табл. 5 можно сделать вывод, что из всех аналогов наиболее приближен к эталону – EDX-Pocket-IV. Исследуемый прибор значительно отличается остальных близок к базовому образцу.

На рис. 4 представлена сравнительная диаграмма качества.

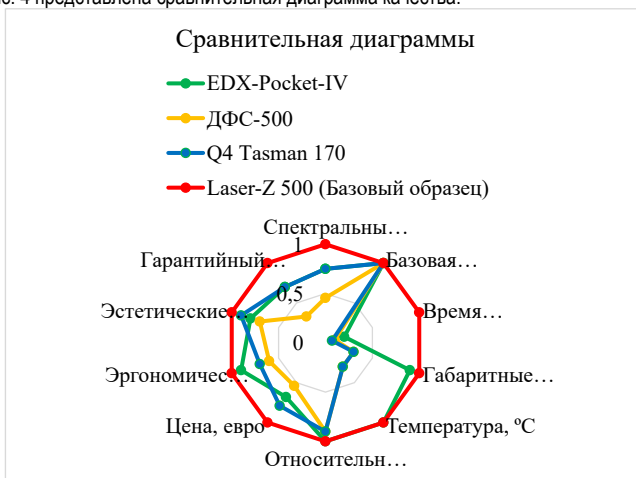


Рис. 4. Сравнительная диаграмма

На рисунке видно, что оцениваемое изделие максимально приближено к базовому образцу – Laser-Z 500, следовательно, именно это изделие и следует закупить для предприятия.

#### Список источников

1. *Гличев А. В.* Основы управления качеством продукции. М.: АМИ, 1998. 336 с.
2. *Мишин В. М.* Управление качеством: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации». М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. 463 с.
3. *Глудкин О. П., Горбунов Н. М., Гузов А. И.* Всеобщее управление качеством (TQM): учебник для вузов / Под ред. О. П. Глудкина. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. 600 с.
4. *Ильenkova С. Д., Ильenkova Н. Д., Мхитарян В. С.* Управление качеством: учебник для вузов / Под ред. С. Д. Ильenkовой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 334 с.
5. *Окреплов В. В.* Менеджмент качества. СПб.: Наука, 2003. 990 с.
6. *Басовский Л. Е., Протасьев В. Б.* Управление качеством: учебник. М.: ИНФА-М, 2004. 212 с.
7. *Табак Л. В.* Основы метрологии, стандартизации, сертификации и оценки качества: учеб. пособие // ФЛИНТА. М., 2021. 141 с.

УДК 159.972

**Е. Е. Евстратьева**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТВОРЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ И СКЛОННОСТЬЮ К ДЕПРЕССИИ

### Введение

Творчество – неотъемлемая часть жизни человека, предполагающая использование всех его знаний и умений, жизненного опыта. Характер творческого процесса во многом обусловлен особенностями вида искусства – поэзии, живописи, музыки. Однако, несмотря на специфику разных видов искусств, в любой из этих областей встречаются личности, чьи достижения можно назвать выдающимися. И не у всех из них была спокойная, наполненная радостью жизнь.

Взаимосвязь между склонностью к творчеству и психическими расстройствами до сих пор волнует исследователей и изучена не до конца. Многочисленные опросы среди населения и эксперименты наших современников, а также изучение биографий великих художников, скульпторов и музыкантов косвенно доказывают, что «тонкая душевная организация» не просто фигуральное выражение, а вполне реальный склад ума отдельных личностей. Не секрет, что люди, так или иначе связавшие свою жизнь с искусством, в восемь-двенадцать раз чаще, чем другие, страдают от расстройств настроения.

Примечательно, что творчество также является отличным способом борьбы со стрессом и депрессией. На сегодняшний момент одним из самых доступных и результативных методов терапии является арт-терапия. Любопытно, что некоторые исследователи склоняются к тому, что склонность к творчеству является естественной реакцией организма на борьбу со стрессом, возникшим из-за повышенной чувствительности, эмоциональности и уязвимости человека. Таким образом, само сознание творческого человека дает ему силы бороться с депрессивным расстройством и апатией, возникшими вследствие его индивидуально-психологических особенностей.

### Материалы и методы

Из проведенного исследования можно заключить, что творчество людей с психическими расстройствами имеет много общих черт с их патологией психики. Например, они склонны к нестандартному мышлению, быстрому восприятию абстрактных форм и более высокой чувствительности к зрительным и слуховым раздражителям, чем здоровые люди. Многие люди с биполярным расстройством могут использовать свои сильные переживания во время депрессивных и маниакальных фаз для создания произведений искусства. К числу таких людей можно отнести Винсента Ван Гога, Владимира Маяковского, Вирджинию Вулф, Эрнеста Хемингуэя. Все деятели сильно повлияли на искусство своего времени, однако из-за душевных расстройств ушли из жизни по собственной воле, не сумев совладать с депрессией или биполярным расстройством.

Первым, кто обратил внимание на связь между творческим потенциалом и склонностью к расстройствам психики, был итальянский психиатр Чезаре Ломброзо. В книге «Гениальность и помешательство. Параллель между великими людьми и помешанными» он связал повышенную креативность художников со свойствами их мозга, чувствительность и ранимость которого помогала создавать произведения, трогающие сердца других людей, но также угнетающие их состояние.

Ганс Айзенк, английский психолог, разработал теорию, которая объясняет связь между творческими способностями и когнитивными нарушениями по типу психоза, которые проявляются у людей с шизотипическим расстройством личности. Он отметил, что общей чертой креативности и заболеваний шизофренического спектра является «психотизм», который вызывается нарушениями процессов когнитивного ингибирования.

Нэнси Андреасен, автор книги «Созидающий мозг. Нейронаука гениальности», считает, что существует убедительная связь между творческой креативностью, особенно в писательстве и художественном творчестве, и расстройствами. Она обращает внимание на еще один аспект, связанный с



этим вопросом, – чрезмерную чувствительность людей с аффективными расстройствами к внешним факторам и недостаточную способность ее контролировать. Возможно, состояние депрессии в некоторых ситуациях может помочь справиться с избытком внешних стимулов и использовать повышенную аффективную нестабильность для творческой работы.

В последние годы психотерапия искусством или арт-терапия все более активно используются в медицинских, образовательных и социальных учреждениях разных стран. Согласно международной классификации психотерапия искусством представлена четырьмя самостоятельными областями: арт-терапия, драма-терапия, танцевально-двигательная терапия и музыкальная терапия. Арт-терапия играет важную роль в работе психиатрических учреждений и была использована раньше, чем в других областях медицины. Согласно международной классификации (European Consortium for Arts Therapies Education, 1999, 2002, 2005) психотерапия искусством представлена четырьмя самостоятельными областями: арт-терапией (психотерапией через изобразительное творчество), драма-терапией (психотерапией посредством сценической игры), танцевально-двигательной терапией (психотерапией посредством движения и танца) и музыкальной терапией (психотерапией посредством звуков и музыки).

Немаловажную роль арт-терапия играет в деятельности психиатрических учреждений. В работе с душевнобольными арт-терапия начала использоваться раньше, чем в других областях медицины.

Копытин А. И. провел интересное исследование в области арт-терапии, где было выявлено, что творчество людей с психическими расстройствами вызывает у остальных положительные эмоции и может быть близким и понятным для здоровых людей. Это было подтверждено на выставке творчества душевнобольных, где 50 % опрошенных зрителей признали, что опыт, отраженный в творчестве психически больных людей, им чем-то близок и понятен, а продукты творчества вызвали у них положительные эмоции и имели исцеляющий характер.

### Результаты

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что творчество людей с психическими расстройствами вызывает у остальных людей эмоции чуть более яркие, чем творчество людей с устойчивой психикой. Более того, многие зрители признали, что опыт, отраженный в творчестве психически больных людей, им близок и понятен, а продукты творчества имели исцеляющий характер, что говорит о том, что опыт людей с расстройствами несколько отличается от опыта здоровых. Арт-терапию же можно признать действенным средством в борьбе с депрессией и апатией.

### Обсуждение

Также можно судить о том, что депрессивное, биполярное или любое другое расстройство личности, в ходе которого присутствует депрессивный эпизод или апатия, в той или иной мере позволяет человеку видеть мир несколько иначе и достигать определенных успехов в области искусства, в то время как организм этого человека аккумулирует все силы на то, чтобы выбраться из угнетенного состояния, что парадоксально.

### Список источников

1. *Чезаре А.* Гениальность и помешательство. Параллель между великими людьми и помешанными. М.: Амрита, 2019. 332 с.
2. *Бурно М. Е.* Терапия творческим самовыражением. М.: Медицина, 1989. 303 с.
3. *Волкова П. Д.* От Мане до Ван Гога. Самая человеческая живопись. М.: АСТ, 2022. 208 с.
4. *Карпов П. И.* Творчество душевнобольных и его влияние на развитие науки, искусства и техники. М.; Л.: Главнаука, 1926. 214 с.
5. *Кемпинский А.* Психология шизофрении. СПб.: Ювента, 1998. 296 с.
6. *Копытин А. И.* Теория и практика арт-терапии. СПб.: Питер, 2002. 368 с.

УДК 523.4:57.04

**Н. О. Еременко**

студент кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**ОЦЕНКА ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ ЭКЗОЛУН ГАЗОВЫХ ГИГАНТОВ**

В настоящее время наблюдаются планеты в других звездных системах, и среди них встречаются такие, которые попадают в зону обитаемости [1]. Некоторые такие планеты могут быть подобны Земле и, соответственно, оказаться жизнепригодными, то есть иметь условия, позволяющие существовать жизни, аналогичной земной (здесь и далее под словом «жизнь» имеется ввиду только жизнь, аналогичная земной).

Но не следует ограничивать наше представление о жизнепригодных мирах одними каменистыми планетами: газовые гиганты не менее распространены, а их спутники разнообразны. Современные технологии не позволяют наблюдать экзолуны, но нет сомнений, что в будущем это станет нормой. В статье будут оценены факторы, влияющие на жизнепригодность луны газового гиганта.

Можно выделить два типа жизнепригодных лун: с подледным и поверхностным океаном. Примером потенциально жизнепригодной луны с подледным океаном является Европа – спутник Юпитера. Исследования магнитосферы Европы аппаратом «Галилео» [2] указывают на наличие подледного океана с проводимостью в  $0,02 \text{ См/м}$ , что может говорить о минерализации воды, вызванной эрозией мантии. На наличие геотермальных источников указывают водные гейзеры [2]. Таким образом, Европа может обладать условиями для существования на ней хемотрофной (то есть использующей неорганические соединения для питания) жизни [3]. Миры с подледным океаном нетребовательны к окружающим условиям, и могут существовать у любого газового гиганта за внешними границами зоны обитаемости, будучи согретыми гравитационным сжатием ядра и защищенными от радиации толстой ледяной коркой.

Примером луны с устойчивой атмосферой является спутник Сатурна Титан: атмосферное давление у поверхности составляет  $147 \text{ кПа}$  [4]. Атмосфера, преимущественно состоящая из азота, несмотря на ускорение силы тяжести в  $1,35 \text{ м/с}^2$ , была сохранена спутником благодаря температуре, равной у поверхности  $95 \text{ К}$  [4]. На поверхности имеются метановые водоёмы [4]. Существование жизни на поверхности Титана невозможно, однако данный пример луны с плотной атмосферой оставляет место для оптимизма в поиске экзолуны, на поверхности которой возможно существование жидкой воды.

Ключевым фактором в существовании жизни на поверхности жизнепригодной экзолуны является безопасный радиационный фон. Основную угрозу несут радиационные пояса газового гиганта. Радиационный пояс образуется захваченными магнитосферой планеты заряженными частицами. Поэтому ключевую роль играет напряженность магнитосферы и источники заряженных частиц.

Напряженность магнитосферы Юпитера у экватора составляет порядка  $417 \text{ мкТл}$ , Большой вклад в формирование радиационных поясов вносит его луна Ио, вулканическая активность которой поставляет вещество, которое ионизируется под действием Солнечного ультрафиолетового излучения и образует пояс плазмы вдоль орбиты спутника, обогащая радиационные пояса заряженными частицами [5].

Газовые гиганты обладают мантией из металлического водорода, которая, вращаясь, порождает магнитосферу: менее массивные газовые гиганты обладают менее сильным магнитным полем и, соответственно, менее сильными радиационными поясами. Масса Сатурна составляет  $\sim 0,3$  масс Юпитера, а напряженность его магнитосферы составляет всего  $21 \text{ мкТл}$  [6].

Учтем, что Сатурн приблизительно вдвое дальше от Солнца, чем Юпитер и, соответственно, на его орбите интенсивность Солнечного ветра вчетверо слабее. Также следует отметить наличие у Сатурна ярко выраженных колец, препятствующих циркуляции захваченных заряженных частиц.

Таким образом, можно выделить четыре фактора, снижающих интенсивность радиационных поясов:

- отсутствие спутников с активной вулканической деятельностью;
- малая масса экзопланеты;
- удаленность от звезды, а также низкая интенсивность излучения ею заряженных частиц;
- наличие ярко выраженных колец.

В настоящий момент возможно определить только массу и удаленность от звезды экзопланеты

[1].

Даже самая слабая магнитосфера газового гиганта защитит спутники от солнечной радиации, поэтому сама луна может не обладать магнитным полем.

Зона обитаемости – диапазон орбит, на которых луна (или планета) получает достаточно лучистой энергии, чтобы поддерживать воду на своей поверхности в жидком состоянии. Зона обитаемости Солнца имеет внутреннюю границу в  $0.95 \text{ a.e.}$ , что соответствует солнечной постоянной в  $1510 \text{ Вт/м}^2$ , и внешнюю границу в  $1.37 \text{ a.e.}$ , что соответствует  $725 \text{ Вт/м}^2$  [7]. Однако есть основания полагать [8], что в специфических условиях жидкая вода может существовать и при инсоляции в  $340 \text{ Вт/м}^2$ , что соответствует расстоянию  $2.0 \text{ a.e.}$  на орбите вокруг Солнца.

Для примера было выбрано пять экзопланет, солнечная постоянная которых соответствует данному диапазону (табл. 1) [1].

Таблица 1

#### Экзопланеты, способные иметь жизнеспособные луны

Обозначение планеты	Масса $M_{\oplus}$	Большая полуось а. е.	$e^*$	Температура звезды К	Солнечная постоянная в перигелии $\text{Вт/м}^2$	Солнечная постоянная в афелии $\text{Вт/м}^2$	Средняя Солнечная постоянная $\text{Вт/м}^2$
HD 7199 b	0.29	1.36	0.190	5386	361	779	511
HD 34445 b	0.63	2.08	0.014	5836	608	643	625
HD 73534 b	1.02	2.95	0.022	4952	566	618	592
47 UMa b	2.53	2.10	0.032	5818	457	520	487
u And A d	8.86	2.53	0.249	6212	482	1334	752

\*  $e$  – эксцентриситет орбиты.

Важнейшим критерием для существования поверхностного океана является способность экзолуны удерживать достаточно плотную для этого атмосферу. Основной путь диссипации (процесса рассеивания газов в космическое пространство) – тепловой, при котором часть молекул газа имеет тепловую скорость  $v_T$  выше скорости убегания  $v_{II}$ . Атмосфера считается устойчивой, если  $v_T \leq 0.2v_{II}$  [8]. Отсюда следует, что есть два определяющих диссипацию фактора: температура и скорость убегания.

Для примера предположим, что гипотетическая экзолуна имеет инсоляцию, аналогичную земной, и ее верхние слои атмосферы так же нагреваются до  $1800 \text{ K}$ . Для азотной атмосферы критическая скорость убегания составит  $5,17 \text{ км/с}$ , а для атмосферы из двуокси углерода  $3,95 \text{ км/с}$ . Очевидно, что снижение температуры верхних слоев атмосферы приведет к снижению критической скорости убегания. Предположим, что данная гипотетическая экзолуна имеет такую же плотность, как и Ио, то есть  $3530 \text{ кг/м}^3$  [9]. Отсюда находим массу гипотетической экзолуны, которая составляет  $7,36 \cdot 10^{23} \text{ кг}$  для азотной атмосферы и  $3,29 \cdot 10^{23} \text{ кг}$  для углекислотной.

Необходимо, чтобы луна не попадала в предел Роша – границу орбиты, за которой спутник будет разорван приливными силами планеты [9]. Он зависит от плотностей луны и планеты, а также его радиуса. Для примера возьмем планету HD 136118 b [1] и луну, подобную Каллисто [10], и получим значение предела Роша в  $208 \cdot 10^6 \text{ м}$ . Большая полуось Ио – самого близкого к Юпитеру галилеева спутника – составляет  $421,8 \cdot 10^6 \text{ м}$ , что примерно вдвое больше полученного предела [10]. Поэтому

можно сказать, что предел Роша не оказывает заметного влияния на количество жизнепригодных экзопланет.

В заключение можно сказать, что, по-видимому, существование условий для земледобной жизни на лунах экзопланет – газовых гигантов возможно, и это перспективное направление астрономии.

#### Список источников

1. Энциклопедия внесолнечных планетных систем. URL: <http://exoplanet.eu> (дата обращения: 20.06.2022).
2. Zimmer C., Khurana K. Subsurface Oceans on Europa and Callisto: Constraints from Galileo Magnetometer Observations // *Icarus*. 2000. 329 p.
3. Hand K., Carlson R., Chyba C. Energy, Chemical Disequilibrium, and Geological Constraints on Europa // *Astrobiology*. 2007. N 6. 1007 p.
4. Сурдин В. Г. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. 376 с.
5. Khurana K. The Configuration of Jupiter's Magnetosphere, 2004. 4 p.
6. Sittler E., Andre N., Blanc M. Ion and neutral sources and sinks within Saturn's inner magnetosphere: Cassini results // Elsevier, 2008.
7. Kasting J., Whitmire D., Reynolds R. Habitable Zones around Main Sequence Stars // *Icarus*. 1993. 114 p.
8. Сурдин В. Г. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. 115 с.
9. Shu F. The Physical Universe: an Introduction to Astronomy // California: University Science Books 1982. 342 p.
10. Сурдин В. Г. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012. 88 с.

УДК 004.042

**Е. В. Ерофеев**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Г. В. Гетманова**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## СИСТЕМА LIMS КАК НЕОБХОДИМЫЙ АТРИБУТ ЛАБОРАТОРИИ

### Введение

В современном мире лаборатории перестали быть атрибутом, связанным лишь с наукой. Лабораторные комплексы широко применяются в компаниях по фармацевтике, изготовлению различных химикатов и пищевой промышленности. Наличие лаборатории в той или иной организации обеспечивает ей постоянную возможность создавать собственные составы и непрерывно их дорабатывать или заниматься независимым исследованием образцов. Но не смотря на преимущества лабораторий, они посредством своей деятельности создают ряд проблем, одной из которых является большой объем информации, который появляется в результате исследований или разработок тех или иных веществ. По этому каждой лаборатории необходима цифровизация данных и информационная система менеджмента для корректной работы. В сфере фармацевтики, например, работа лабораторий давно налажена, но есть и отстающие отрасли, например, геологоразведка золотоносных мест. Именно на примере этой сферы мы рассмотрим проблему большого объема информации и работу с ним.

### Проблема большого объема информации

Лаборатории, работающих в сфере геологоразведки, а именно занимающиеся исследованием почв и пород на содержание искоемых материалов, сталкиваются с проблемой обработки большого объема информации. Для того чтобы изучить пробы на содержание тех или иных материалов, необходимо провести множество анализов и тестов. В результате получается значительное количество данных, которые должны быть обработаны и проанализированы. Это может стать серьезным вызовом для лабораторий, особенно если они не имеют соответствующих инструментов для автоматизации их работы.

Одной из проблем, связанных с большим объемом информации, является потеря данных. Если в лаборатории нет эффективной системы управления информацией, существует риск потерять данные, в том числе ценные исследовательские результаты. Кроме того, неправильная обработка данных может привести к ошибкам и неверным результатам, что может повлечь за собой серьезные последствия.

Еще одной проблемой является время, необходимое для обработки большого объема информации. Вручную обрабатывать данные может занять значительное количество времени и ресурсов. Без автоматизированных систем управления данными, лаборатории могут тратить драгоценное время на обработку информации вместо того, чтобы сосредоточиться на исследованиях и разработке новых методов.

Также стоит отметить, что недостаточно эффективное управление данными может привести к задержкам в работе и необходимости проведения дополнительных анализов. Это может стать причиной задержки проектов и потери клиентов, что в свою очередь может негативно повлиять на репутацию лаборатории.

### ЛИМС как решение проблемы

Для решения этих проблем были созданы специализированные программные продукты, такие как системы управления лабораторными процессами (ЛИМС). Это программа, разработанная для управления данными, связанными с лабораторными процессами, от сбора и обработки проб до анализа и отчетности.

ЛИМС обладает многими преимуществами, которые будут указаны ниже:

- *автоматизация процессов.* Одним из ключевых преимуществ ЛИМС является автоматизация процессов, связанных с обработкой данных и управлением проектами. ЛИМС позволяет лаборатории работать более эффективно и точно, особенно при обработке больших объемов информации. Автоматизация также позволяет значительно сократить время на выполнение рутинных задач, таких как заполнение отчетов или организация базы данных;

- *улучшенная точность и надежность данных.* Использование ЛИМС позволяет снизить вероятность ошибок, связанных с ручным вводом данных, что может привести к некорректным результатам и серьезным последствиям. ЛИМС обеспечивает точность и надежность данных, а также гарантирует соответствие стандартам и требованиям качества;

- *лучшее управление проектами.* ЛИМС предоставляет возможность лучшего управления проектами, так как он позволяет управлять расписанием работ, контролировать сроки выполнения и анализировать прогресс проекта. Это также дает возможность улучшить общую координацию работы внутри лаборатории, что способствует повышению производительности и качества работы;

- *лучшее управление затратами.* ЛИМС позволяет лаборатории более эффективно управлять затратами, связанными с проведением исследований, так как он позволяет более точно определять стоимость каждого проекта и контролировать расходы на оборудование и ресурсы. Это также помогает лаборатории оптимизировать бизнес-процессы и повысить прибыльность;

- *улучшенная отчетность.* ЛИМС позволяет лаборатории генерировать отчеты и анализировать данные более быстро и точно. Это облегчает мониторинг и управление проектами, повышает прозрачность работы лаборатории и улучшает коммуникацию с заказчиками.

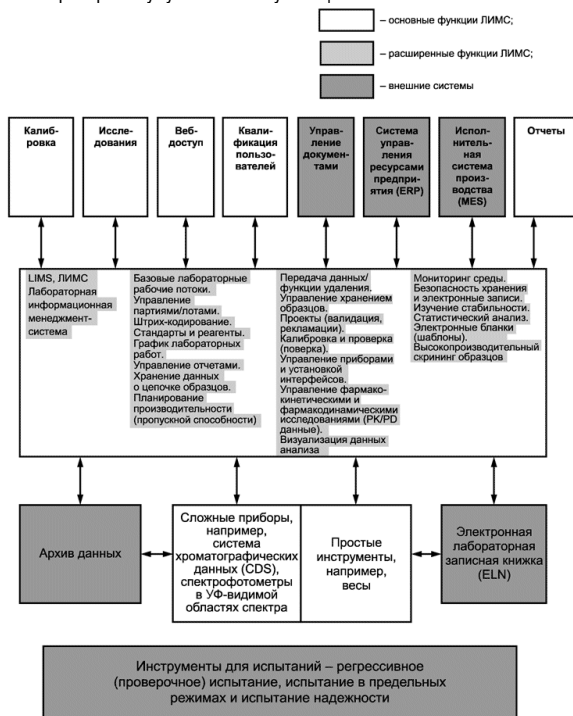


Рис. 1. Схематичное изображение структуры ЛИМС

Кроме того, ЛИМС предоставляет возможность централизованного управления всеми лабораторными процессами, что позволяет снизить затраты на управление и хранение данных. Она также предоставляет возможность лабораториям создавать отчеты в автоматическом режиме, что упрощает процесс отчетности и делает его более надежным.

Далее будет представлена архитектура ЛИМС.

Подводя итог, можно сказать, использование систем управления лабораторными процессами (ЛИМС) может помочь лабораториям, работающим в сфере геологоразведке, управлять большим объемом данных, сократить время ожидания результатов и уменьшить вероятность ошибок. Это в свою очередь может помочь лабораториям повысить эффективность работы и улучшить качество результатов, что является ключевым фактором для успеха в данной области.

### Заключение

В заключение можно отметить, что ЛИМС является эффективным решением проблемы большого объема информации в лабораториях. С помощью ЛИМС, лаборатории могут автоматизировать многие процессы, связанные с управлением данными, что позволяет значительно снизить вероятность ошибок и повысить точность и надежность анализа. Кроме того, использование ЛИМС помогает сократить время на обработку данных и улучшить эффективность работы персонала.

Одним из главных преимуществ ЛИМС является возможность соблюдения стандартов качества и безопасности в лаборатории, что важно для получения точных и надежных результатов анализа. ЛИМС также позволяет устанавливать электронные аудит-трейлы, которые отслеживают изменения в данных, что повышает безопасность и целостность данных.

В целом, использование ЛИМС в лабораториях является ключевым фактором для эффективной работы и получения точных и надежных результатов анализа. Реализация такой системы может существенно улучшить бизнес-процессы и снизить возможные риски ошибок, что имеет важное значение для достижения целей организации.

### Список источников

1. Львов Н. П. Лабораторная информационная система: справочник, 2017. 240 с.
2. Буров А. В. Лабораторный учет. Организация работы лаборатории. Стандарты, 2015. 352 с.
3. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий, 2019. 76 с.
4. Кривенко Е. М. Программные средства автоматизации работы лаборатории, 2015. 300 с.
5. Судаков А. В. Информационно-измерительные системы контроля и управления в технических объектах, 2014. 384 с.
6. Новиков С. А. Организация работы лаборатории и контроля качества продукции, 2016. 208 с.
7. Горячев Н. В. Информационные технологии в лабораторных исследованиях, 2014. 336 с.
8. Маслова И. В. Автоматизация работы лаборатории, 2017. 128 с.
9. ГОСТ Р 53702-2010. Испытания строительных материалов и изделий. Методика испытаний на растяжение при изгибе, 2010. 11 с.
10. Танкиевич В. Н. Использование программных продуктов для автоматизации работы лаборатории, 2016. 192 с.

УДК 535.24

**Т. А. Зайцев**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**В. С. Павлов**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**МЕТОД ТРАНЗИТНОЙ ФОТОМЕТРИИ**

Метод транзитной фотометрии – способ обнаружения экзопланет, основанный на наблюдениях за прохождением планеты на фоне звезды (рис. 1). Позволяет вычислить соотношение размеров планеты и звезды. Маленький объект создает небольшое затемнение. Но если он крупный, то и эффект будет более значительным. Химический состав звезды узнают с большой точностью благодаря спектру [1].

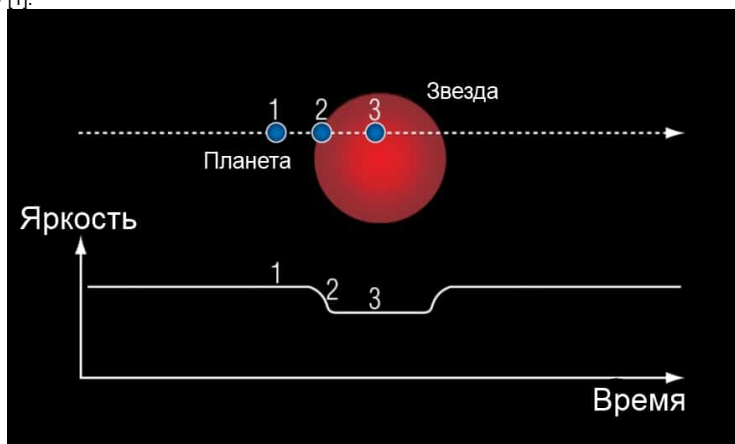


Рис. 1. Схематичное изображение прохождения планетой на фоне звезды и график изменения яркости

Длительные непрерывные наблюдения большого количества звезд стали возможны с развитием космонавтики, и запуском 7 марта 2009 года космического телескопа НАСА «Кеплер» (рис. 2).

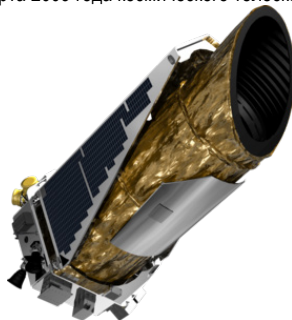


Рис. 2. Космический телескоп «Кеплер»



Телескоп «Кеплер», вращаясь вокруг Солнца, по орбите, похожей на земную, непрерывно смотрел на один участок неба (рис. 3) – в созвездиях Лиры, Лебедя, и Дракона, в направлении центра нашей галактики. Это позволило совершить множество открытий, но, к сожалению, все эти планеты на расстоянии 2–3 тыс. св. лет [2].

Всей статистики наблюдения накоплено столько, что мы еще долго будем слышать об открытиях, сделанных с его помощью.

В настоящий момент этот метод – рекордсмен по количеству обнаруженных планет, прежде всего потому, что позволяет телескопам наблюдать обширную площадь, а не концентрировать внимание на одном объекте.

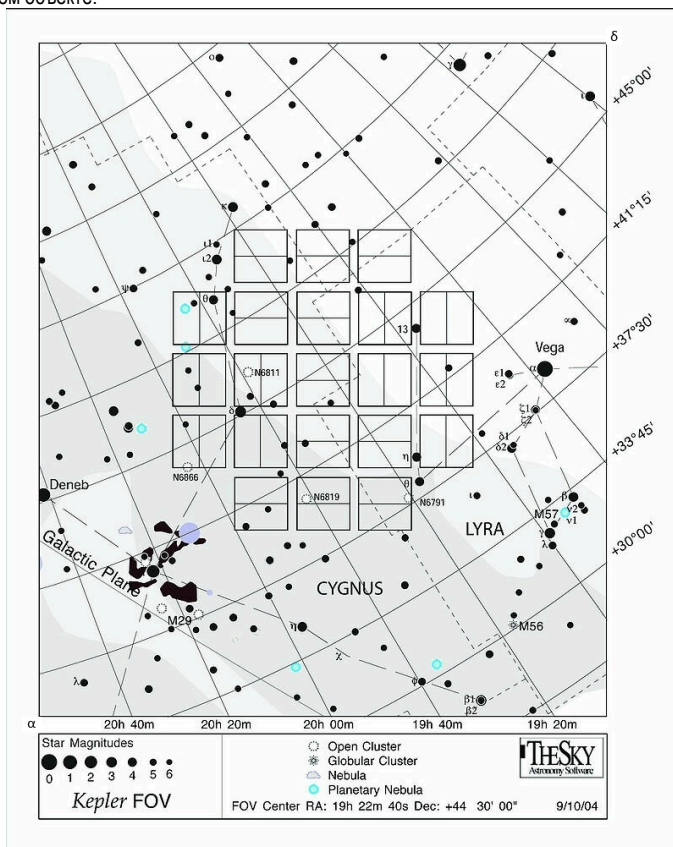


Рис. 3. Схема поля «Кеплера» с небесными координатами. Участок неба, на который «Кеплер» непрерывно смотрел во время своей основной миссии

### Достоинства указанного метода [3]

Транзит открывает параметры планет. Уменьшение яркости пропорционально планетарным размерам. Физические характеристики звезды обычно хорошо известны, так что вычислить планетарные не составит труда. Если добавить сюда информацию о лучевых скоростях звезд, получим более точную оценку массы.

Еще больше сведений предоставит атмосфера, через которую проходит звездный свет. Дело в том, что он по-разному поглощается в различных длинах волн, которые соответствуют конкретным газам. То есть можно вычислить из чего состоят атмосферные слои планеты.

Существуют и «второстепенные» транзиты – планета полностью скрывается за звездой. Можно вычислить два вида спектра (испускания и отражения) и получить спектр отражения от планеты, а дальше уже добывается температура и подробный состав. Главное преимущество указанного метода – масштабность. Аппараты подобные Кеплеру способны отслеживать до сотни тысяч звезд одновременно, что существенно экономит время.

#### Недостатки указанного метода

Главный недостаток транзитного метода – нужно ждать транзита. И неприятность в том, что это происходит очень редко, так как орбитальная плоскость не всегда повернута нужным углом к наблюдателю. Кроме того, с помощью этого метода затруднительно определить период обращения обнаруженных экзопланет. Непосредственно на транзит планеты по диску звезды уходит продолжительное время (часы или дни), а само прохождение планеты по траектории может длиться годами. Сложность и в том, что транзит нужно подтвердить, то есть, придется ждать, пока планета пройдет в этой точке снова. Например, экзопланета Kepler-16b в системе Kepler-16 (рис. 4) [4].

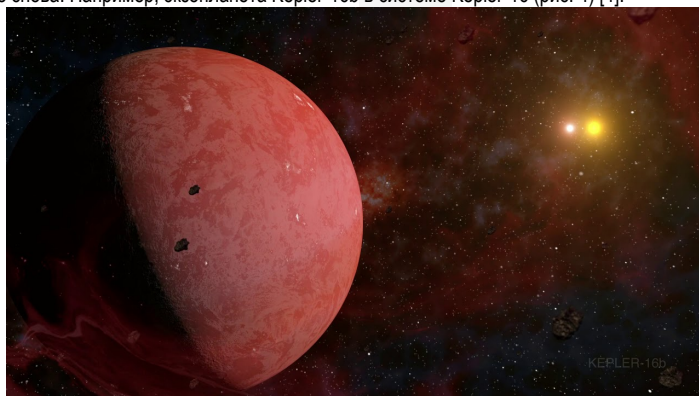


Рис. 4. Рендер Kepler-16b и двойной звезды Kepler-16

Необходимо отметить существование «ложных» транзитов – в качестве планеты может выступать двойная звезда. Конечно, планета и звезда отличаются по размерам. Но они могут располагаться на таком расстоянии друг от друга, что точно установить их размеры сложно.

Транзитный метод лучше работает для близких к звезде планет, особенно большого размера. Именно транзитный метод породил массу открытий так называемых «горячих юпитеров» – близких к своим звездам планет-гигантов.

#### Проекты, использующие метод транзитной фотометрии

«Кеплер» – космическая обсерватория, оснащенная сверхчувствительным фотометром, специально предназначенная для поиска экзопланет, подобных Земле, транзитным методом.

«COROT» – космический телескоп, созданный усилиями [5]. Национального центра космических исследований Франции (CNES), при участии Европейского космического агентства, а также научно-исследовательских центров Австрии, Испании, Германии, Бельгии и Бразилии. Дефлектор телескопа также был разработан командой на площадке ESTEC EKA. Отдел исследований и научной поддержки EKA (RSSD) в ESTEC является полноправным партнером «COROT», предоставив два бортовых блока обработки данных (DPU). Австрия предоставляет аппаратное обеспечение (модуль связи «ВЕХ» между

детекторами камер и бортовым компьютером), а также наземную станцию в Вене, предназначенную для конкретной миссии. Бельгия предоставила перегородку телескопа, разработанную ЕКА в рамках дополнительной программы ESA PRODEX, а также корпус COROTcase, являющийся компонентом корпуса приборного оборудования. Бразилия участвует в «COROT» посредством наземных оптических наблюдений из ESO (Чили) и LNA (Бразилия), а также с помощью наземной станции в Алькантаре. Германия предоставила бортовое программное обеспечение «COROT» Data Processing Unit (DPU) и вносит свой вклад в наземный мониторинг и калибровку целей «COROT» и дополнит миссию последующими наблюдениями с земли, а также предоставляет центр обработки данных миссии «COROT». Все участвующие страны также предоставляют анализ научных данных. Основной задачей телескопа является поиск экзопланет, в том числе и планет земного типа, методом транзитной фотометрии.

«SuperWASP» – наземный телескоп, состоящий из двух роботизированных обсерваторий: «SuperWASP-North» (рис. 5) на острове Пальма (Канарские острова) и «SuperWASP-South», находящейся в Южной Африке (Сатерленд (ЮАР)). Каждая обсерватория состоит из набора восьми объективов диаметром 200 мм каждый, оснащенных мощными ПЗС-матрицами. Суммарная площадь обзора обеих обсерваторий позволяет покрывать значительную область неба, что значительно облегчает обнаружение объектов. Телескоп непрерывно следит за небом, делая сессию снимков приблизительно раз в минуту; общий объем данных достигает 100 гигабайтов за ночь [6].



Рис. 5. «SuperWASP North»

«HATNet» – Венгерская автоматическая сеть телескопов (HATNet) – сеть из шести маленьких полностью автоматизированных «HAT» телескопов. Научная цель проекта – поиск экзопланет методом транзитной фотометрии.

«TrES» (Trans-Atlantic Exoplanet Survey) – три телескопа, оснащенных объективом диаметром 10 сантиметров, расположенных в Обсерватории Лоуэлла, Паломарской обсерватории и на Канарских островах для поиска экзопланет транзитным методом.

Телескоп «XO» – телескоп, расположенный в национальном парке Халеакала, остров Мауи, штат Гавайи. Обсерватория находится на высоте 3054 м над уровнем моря. Телескоп состоит из пары телеобъективов диаметром 200 мм и используется, в основном, для обнаружения экзопланет транзитным методом.

«TRAPPIST» (рис. 6) – бельгийский роботизированный телескоп, расположенный в чилийских горах в обсерватории Ла-Силья [7].



Рис. 6. Телескоп «TRAPPIST»

#### Список источников

1. Google: Транзитная фотометрия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Транзитный\\_метод](https://ru.wikipedia.org/wiki/Транзитный_метод) (дата обращения: 23.11.2022).
2. Google: Метод транзитной фотометрии. URL: <https://habr.com/ru/company/asus/blog/393417/> (дата обращения: 23.11.2022).
3. Google: Использование транзитной фотометрии. URL: <https://v-kosmose.com/planetyi-zagadochnyie-kosmicheskie-miryi/tranzitnaya-fotometriya/> (дата обращения: 23.11.2022).
4. Google: Kepler-16b. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Kepler-16> (дата обращения: 18.12.2022).
5. Google: Космический телескоп «COROT». URL: [http://www.esa.int/SPECIALS/COROT/SEMJG2D4VUE\\_0.html](http://www.esa.int/SPECIALS/COROT/SEMJG2D4VUE_0.html) (дата обращения: 18.12.2022).
6. Google: SuperWASP. URL: <https://www.superwasp.org/about/> (дата обращения: 18.12.2022).
7. Google: Телескоп «TRAPPIST». URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TRAPPIST> (дата обращения: 18.12.2022).

УДК 629.7.067.8

**П. А. Зинич**

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

**Т. П. Мишура**

кандидат технических наук – научный руководитель

### ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ «АРБАЛЕТ»

Предложена организация операционного контроля изготовления комплекса средств радиосвязи «Арбалет», способствующая своевременному выявлению дефектов и причины их возникновения (рис. 1).

Комплекс средств радиосвязи «Арбалет» выпускает АО «Сарапульский радиозавод», расположенный в Удмуртской Республике. Предприятие занимается разработкой, производством и модернизацией средств связи как отдельных радиостанций, так и целых комплексов, сложных систем радиосвязи в интересах МО РФ и других силовых ведомств [1].



Рис. 1. Внешний вид комплекса радиосвязи «Арбалет»

В ходе изучения инструкции по эксплуатации данного комплекса была приведена частичная компоновка структурных схем и техническое описание. Исходя из найденных материалов можно считать основной составной частью радиостанции приемопередатчик. Приемопередатчик состоит из отдельных блоков, выполненных на литых каркасах, соединенных друг с другом встык или кабелями [2]. В состав приемопередатчика входит:

- 1) блок управления, коммутации и сопряжения (БУКС);
- 2) блок пульта управления (ПУ);
- 3) блок базового приемовозбудителя (БПВБ);
- 4) блок питания усилителя мощности (БПМВ);
- 5) блок фильтра дополнительной селекции (ФДС);
- 6) блок усилителя мощности (УМ).

Следовательно, создадим и опишем этапы производства по изготовлению комплекса «Арбалет» (рис. 2).

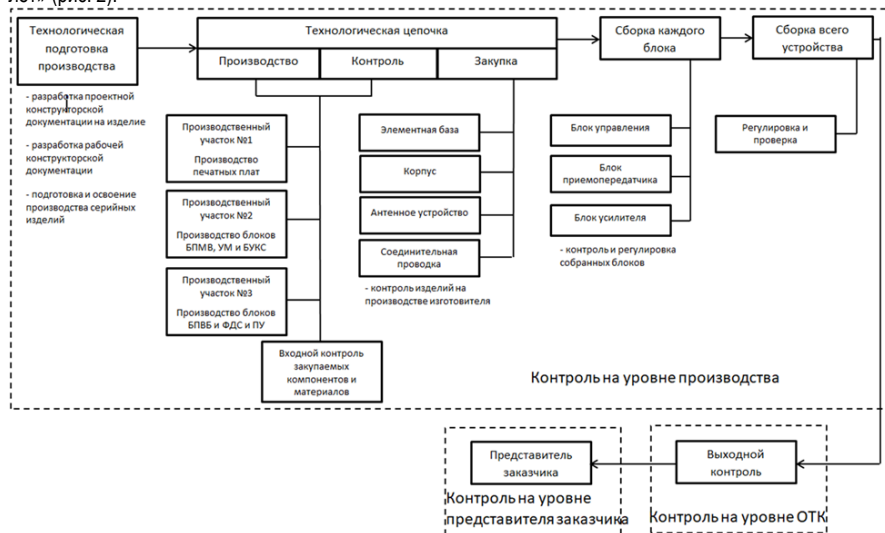


Рис. 2. Этапы производства по изготовлению комплекса «Арбалет»

По схеме на рис. 2. видно, что этапы производства начинаются с технологической подготовки производства, которая включает разработку проектной конструкторской документации на изделие, разработку рабочей конструкторской документации, а также на подготовку и освоение производства серийных изделий. Далее по цепочке идет производство, контроль и закупка элементов комплекса. Производство и контроль разбиты на 4 участка. Три участка производственных и один участок для входного контроля закупаемых компонентов и материалов. На этапе закупки также присутствует контроль изделий, только его осуществляют на производстве изготовителя. Следовательно, идет сборка блоков и последующее их совмещение в готовый комплекс [3].

В процессе изготовления комплекса «Арбалет» контроль качества производства осуществляет на нескольких уровнях:

- контроль на уровне производства;
- контроль на уровне ОТК;
- контроль на уровне представителя заказчика.

В технологической цепочке присутствует закупка продукции у сторонних предприятий.

В данный перечень входит:

- элементная база;
- корпус;
- антенное устройство;
- соединительная проводка.

Данный перечень (табл. 1) закупается у сторонних компаний поставщиков, так как территория производства не позволяет разместить литейный цех для отливки и дальнейшей обработки корпусов и антенных устройств. Элементная база и соединительные провода являются массово изготавливаемыми изделиями и экономически целесообразно закупить у сторонних производителей [4]. Результаты входного контроля для закупаемых компонентов, который проводится в виде выборочной проверки, фиксируется в журнале входного учета и контроля качества.

В табл. 1 представлена сведения по каждой операции с указанием времени в зависимости от объема выборки.

Таблица 1.

**Время контроля каждой операции в зависимости от объема выборки**

Вид операции	Вид и средства контроля	Выборка	Время контроля	Общее количество времени на одну операцию
1	2	3	4	5
Получение заготовок и фиксирующих отверстий	Рабочий контроль указанного количества. Контроль геометрии заготовки и отверстий (угловой шаблон и калибр контроля расстояний между отверстиями)	5 шт.	60 с.	300 с.
Нанесение рисунка печатной платы	Без контроля	-	-	
Травление меди	Выборочный контроль. Автоматическая оптическая инспекция	5 шт.	100 с.	500 с.
Нанесение защитной маски и знаков маркировки	Рабочий контроль указанного количества. Визуальный контроль маркировки	5 шт.	30 с.	150 с.
Сверление отверстий	Выборочный контроль. Автоматическая оптическая инспекция	5 шт.	100 с.	500 с.
Обработка контура	Без контроля	-	-	
Выходной контроль печатной платы	Выборочный контроль. Визуальный контроль. Электрический контроль печатных плат	10 шт.	95 с.	950 с.
Промывка печатной платы	Без контроля	-	-	
Нанесение припойной пасты	Без контроля	-	-	
Установка компонентов	Рабочий контроль указанного количества. Визуальной контроль	5 шт.	30 с.	150 с.
Пайка контактных соединений	Выборочный контроль. Визуальный контроль. Рентген печатных плат (Система рентгеновского контроля печатных плат)	5 шт.	100 с.	500 с.
Промывка печатной платы	Без контроля	-	-	
Лакирование	Без контроля	-	-	
Выходной контроль платы с компонентами	Выборочный контроль. Визуальный контроль. Электрический контроль печатных плат. Автоматическая оптическая инспекция	10 шт.	250 с.	2500 с.

Диаграмма времени, затраченного на каждый вид контроля, представлена на рис. 3.

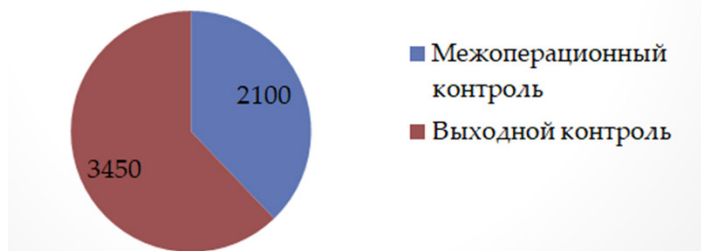


Рис. 3. Диаграмма затраченного времени для каждого вида контроля

Так как контроль качества продукции является составной частью производства, особенно в изготовлении продукции для военно-промышленного комплекса, то он должен передавать максимально достоверную информацию о состоянии объекта и сопоставлять полученные данные с установленными требованиями, представленными в чертежах, стандартах, договорах поставки, технических заданиях и т. д. Предложенная в работе организация операционного контроля изготовления комплекса средств радиосвязи «Арбалет», обеспечивает качественный контроль изготавливаемого изделия за счет своевременного выявления дефектов и причин их возникновения.

Для эффективного и рационального контроля, он должен иметь стратегическую направленность. Это отражается в общих приоритетах предприятия, следовательно, должно им поддерживаться.

#### Список источников

1. АО «Сарапульский радиозавод». URL: <http://srzudm.ru/index.php/about/zavod> (дата обращения: 08.03.2023).
2. Радиостанция Р-163-1К. Инструкция по эксплуатации, 1963. 33 с.
3. Материаловедение и технология материалов. URL: [https://studme.org/173457/tehnika/himicheskie\\_metody](https://studme.org/173457/tehnika/himicheskie_metody) (дата обращения: 09.03.2023).
4. ГОСТ 16493-70. Качество продукции. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012871> (дата обращения: 09.03.2023).



УДК 004.9

**Е. А. Иванова**

студентка кафедры высшей математики и механики

**Л. П. Вершинина**

доктор технических наук, профессор – научный руководитель

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПОИСКЕ**

В запросах в поисковой системе Интернет, в запросах к базам данных, которые мы формулируем, часто присутствует неопределенность. Чаще всего она встречается при вводе текстовых данных из-за семантической неоднозначности языка. Именно поэтому пользователям выдается не одна, а множество ссылок на документы, упорядоченных по степени релевантности (или соответствия) запросу. Отсюда видно, что нечеткости и неопределенности в информационном поиске – это актуальная и важная для рассмотрения тема в поисковых системах и системах обработки информации.

Нечеткость и неопределенность – это не одно и то же. Неопределенность появляется из-за недостатка знаний о некотором объекте. Нечеткость относится к самому способу описания объекта.

В настоящее время, когда Интернет используется постоянно, появляется проблема получения с его помощью нужной информации, а также проблема избыточности ответов на поисковые запросы. Поэтому необходимо внедрять новые инструменты поиска информации, позволяющие решить эти проблемы, правильно оценивать качество работы информационно-поисковых систем и информационного поиска.

Информационный поиск представляет собой совокупность объектов, которые принято называть сложной системой. Она обладает отличительными особенностями, а именно: многочисленными и разными по типу связями между отдельно существующими элементами системы и наличие у системы функции, которой нет у составляющих ее частей, динамичностью, уникальностью, неопределенностью. Последнее значительно влияет на качество поиска и возникает в случае, когда смысловая обработка (соотнесение содержания сообщения с реальной, то есть осознанной потребностью) происходит в сознании человека, а отбор документов, формально соответствующих потребности, – в машинной среде с жесткой двоичной логикой. Все это приводит к дефициту информации, ее недостоверности, противоречивости, искажению, невозможности четкой интерпретации полученных данных.

В таком случае главной задачей ставится создание системы, которая сможет учитывать и формализовать неопределенность, а также иметь возможность управлять ею. В современном обществе системные представления уже достигли такого уровня, что мысли о важности и полезности системного подхода к решению всех проблем являются общепринятыми. Системный подход позволяет сформировать общий системный метод решения задач.

Системный подход к проблеме неопределенности поиска информации позволяет рассматривать проблему и ее решение как сложную систему. Проблема характеризует такое состояние системы, которое соответствует некоторому противоречию. Оно проявляется в отклонении от целей системы, а именно – некачественным результатам поиска. В системном подходе мы анализируем возможные варианты возникновения неопределенности информационного поиска и варианты решения данной проблемы, затем выбираем наилучшую альтернативу. Специфика системного подхода определяется тем, что мы рассматриваем проблему, как целостную систему.

Сам поиск информации – процесс выявления во множестве сведений тех, которые удовлетворяют введенному запросу. Поиск состоит из определенной последовательности операций сбора, обработки и предоставления информации.

Введенный пользователем запрос – формализованный способ выражения информационных потребностей пользователя системы. Запрос пишется на языке поисковых запросов, синтаксис которого определяется типом системы. Однако в настоящее время поисковые системы позволяют вводить запрос на естественном языке.

Естественный язык – сложный для поисковых систем, поэтому используют специально разрабатываемые информационно-поисковые языки (ИПЯ). С ними поиск происходит в несколько этапов:

1) индексирование запроса включает в себя перевод с естественного на информационно-поисковый язык. Изначальный текст принимает новую форму, кратко отражающую смысловое содержание исходного текста. Эта форма называется поисковым образом запроса (ПОЗ);

2) кодирование ПОЗ – создание массивов ПОЗ, которые затем обрабатываются и представляются в наиболее приспособленном для поиска виде машинного кода;

3) поиск информации – выборка из ПОЗ документов, соответствующих по содержанию запросу. Этот этап выполняется в соответствии с критерием смыслового соответствия (КСС);

4) представление информации пользователю, соответствующей отобранным ПОЗ.

С каждым годом поиск в Интернете выдает более точные результаты, и это связано, в том числе, с релевантностью и пертинентностью. Чтобы система выдала точный ответ на запрос пользователя, она анализирует ресурсы и показывает те, которые отвечают на запрос пользователя (являющиеся релевантными) и одновременно удовлетворяют его информационную потребность (являются пертинентными).

Поисковые системы анализируют поведение конкретного пользователя в Интернете, историю его запросов и те ресурсы, которые он использовал. На основании этого анализа, система понимает, что может быть интересно пользователю, и конкретизирует его расплывчатые запросы, показывая именно то, что он искал. Поисковые системы применяют все больше критериев оценки сайтов. В качестве критериев оценки качества информационного поиска вводится понятие коэффициента корреляции поиска [1]:

$$r = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a - c)(b - d)(d + c(a + b))}}, -1 < r \leq 1, \quad (1.1)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – критерии релевантности ( $a$  – количество выданных релевантных документов;  $b$  – количество выданных нерелевантных документов;  $c$  – количество невыданных релевантных документов;  $d$  – количество невыданных нерелевантных документов).

Запросы к реляционным базам данных, написанные пользователем, как и в Интернете, могут быть неточными. Задача поиска в базах данных, решается не только методами проверки на точное соответствие. Становится актуальной задача разработки специальных методов и технологий текстового поиска с использованием нетривиальных решений, в том числе с использованием аппарата нечеткой логики, а также алгоритмов нечеткого поиска.

Сейчас в мире огромное количество данных и информации. Отсюда возникает проблема вычленения нужной информации, избыточности ответов на поисковые запросы. Необходимо использовать новые инструменты поиска информации, позволяющие решить эти проблемы [2]. Например, в различных алгоритмах поиска мы не сможем найти информацию, если были допущены ошибки при ее вводе, либо если в документе она встречается в другой грамматической форме. Также проблемой может являться выдача нерелевантных или непертинентных результатов поиска. Но все равно основной проблемой и при поиске в Интернете, и при поиске в базах данных будет неопределенность.

Как уже упоминалось, при поиске информации человек использует естественный язык, который сам по себе нечеткий и неопределенный из-за семантической неоднозначности языка.

Задачу нечеткого поиска можно сформулировать так: «По запросу найти среди огромного количества данных размера  $n$  все слова, совпадающие с этим запросом с учетом  $k$  возможных различий».

Методы нечеткого поиска строятся на вычислении расстояния между словами (метрики). Наиболее известными метриками являются: расстояния Хемминга, Левенштейна и Дameraу – Левенштейна. Но расстояние Хемминга является метрикой только на множестве слов одинаковой длины, что сильно ограничивает область его применения [3].

Чаще всего применяют в качестве метрики расстояние Левенштейна. Ее используют для исправления ошибок в словах, поиска похожих текстов, сравнения геномов и других операций с символическими последовательностями. Метрика показывает схожесть между двумя строковыми последовательностями. Чем больше расстояние, тем более различны строки.

Используя первые три строчки рекуррентной формулы, заполняют только первый столбец и первую строку таблицы. Для всех остальных ячеек используют четвертую строку, где  $S_1[i]; S_2[j]$  –

символы, соответствующие ячейкам  $i$  и  $j$ . Оператор  $m(S_1[i], S_2[j])=1$ , если символы  $S_1[i]$  и  $S_2[j]$  не равны друг другу, и  $m(S_1[i], S_2[j])=0$ , если равны.

Рассмотренные выше алгоритмы, которые применяются для нечеткого поиска в Интернете, можно также реализовать и в базах данных. Помимо этих метрик, неопределенность в базах данных преодолевается с помощью использования механизмов нечеткой логики. Ниже рассмотрено, как работают нечеткие запросы. Работа нечетких запросов основана на теории нечетких множеств. Механизм нечетких запросов к реляционным базам данных базируется на теории нечетких множеств, которая была впервые предложена Лотфи Заде [4].

Характеристикой нечеткого множества является функция принадлежности. Пусть  $MF_C(x)$  – степень принадлежности к нечеткому множеству  $C$ . Тогда нечетким множеством  $C$  называется множество упорядоченных пар вида:

$$C = \{MF_C(x) / x\}, MF_C(x) \in [0; 1]$$

Значение  $MF_C(x) = 0$  означает отсутствие принадлежности к множеству,  $1$  – полную принадлежность.

Для задания трапециевидальной функции принадлежности необходима четверка чисел  $(a, b, c, d)$ .

С использованием нечеткой логики при построении нечетких запросов удобнее всего их реализовывать через функции принадлежности. Затем при нечетком поиске в базе данных будет идти проверка запроса на основе данных функций.

Нечеткие запросы к базам данных целесообразно использовать там, где осуществляется выбор информации при нечетко сформулированных условиях. Например, в бизнесе, в прямом маркетинге, при выборе недвижимости и даже на фондовой бирже.

В маркетинге активно используются нечеткие запросы при настройке рассылок рекламы на почту. Для получения максимальной выгоды отбор адресатов происходит как раз с использованием нечеткой логики. Если отбор будет свободным, то увеличатся расходы на прямой маркетинг, если четким – потеряется часть потенциальных клиентов.

Приведем конкретный пример преимущества использования нечеткого запроса над четким. Пусть у компании есть большая база данных с кандидатами на должность и определенные условия: наличие высшего образования, навыки работы с программами Adobe и возраст от 25 до 30 лет. Для отбора нужного кандидата из базы данных был введен соответствующий четкий запрос, однако он не выдал отличного кандидата на должность, которому 24 года, а 25 исполнится, например, через месяц. В таком случае лучше было бы применить нечеткие запросы. Составим трапециевидальную функцию принадлежности: формализуем нечеткое понятие «Возраст кандидата». Зададим для лингвистической переменной область определения  $X=[18; 50]$  и лингвистические термы – «Молодой», «Подходящий». Построим функцию принадлежности для них (рис. 1). Выберем трапециевидальную функцию принадлежности со следующими координатами: «Подходящий»= $[23, 25, 30, 32]$ , «Молодой»= $[18, 18, 22, 25]$  (рис. 1).

Используя формулу (1.3), определим степень принадлежности сотрудника 24 лет к каждому из нечетких множеств:  $MF[\text{Молодой}](24)=0,33$ ;  $MF[\text{Подходящий}](24)=0,5$ . Сотрудник будет выведен, как подходящий кандидат на должность.

Тенденции развития информационного поиска при решении проблемы неопределенности можно заметить уже сейчас. Например, семантический поиск, используемый поисковыми системами для понимания запросов на естественном языке. Он рассматривает даже контекст, в котором находится конкретный пользователь в момент ввода запроса.

Поисковые системы вынуждены приспосабливаться к современным трендам, таким как голосовой поиск, при котором люди чаще формулируют запросы на естественном языке. В итоге поисковики стали еще активнее работать над тем, чтобы лучше понимать, что «означает» запрос пользователя или его «намерение». Чтобы даже при использовании естественного языка, они могли показывать наиболее полезные и релевантные результаты [1].

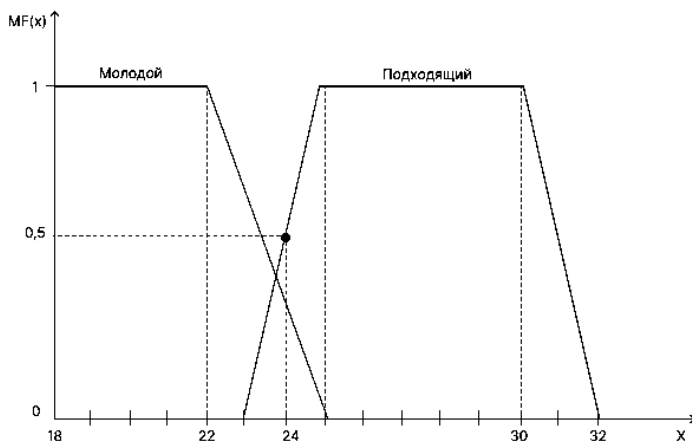


Рис. 1. Функции принадлежности термов переменной «Возраст»

Вывод: в работе проведен анализ основных причин возникновения неопределенности в процессе поиска информации, рассмотрены некоторые пути решения проблемы неопределенности информационного поиска. В современном мире, в условиях профицита информации, все компании имеют свои базы данных, поисковые системы имеют гипертекстовые базы данных. Всем им необходимо развивать алгоритмы поиска, повышая качество услуг, ведь информация – один из главных товаров в настоящее время, а, следовательно, и совершенствование ее поиска должно стоять в приоритете и развиваться.

#### Список источников

1. Волкова В. Н. Теория информационных процессов и систем: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2022.
2. Энж Э., Спенсер С., Стрикчиола Д. SEO – искусство раскрутки сайтов. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2017.
3. Нечеткий поиск в тексте и словаре // Хабрахабр. URL: <https://m.habrhabr.ru/post/114997/> (дата обращения: 09.03.2011).
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.

УДК 378.147.88

**И. Д. Иванова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Г. В. Гетманова**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РОССИИ

### Введение

В условиях современного мира прикладные навыки имеют огромное значение. Глубина их усвоения определяет уровень профессиональной подготовки студентов, и может являться одним из решающих факторов, учитывающихся при трудоустройстве. Стремительно возрастающая скорость обновления методологических и прикладных знаний влечет за собой потребность в изменениях в образовательной структуре. Внедрение инноваций в образовательный процесс позволяет снизить рассинхронизацию квалификаций, транслируемых учебными заведениями, с компетенциями, требуемых на рынке труда. Инновационного подхода требует и такой элемент образовательного процесса, как производственная практика.

На сегодняшний день методы организации и проведения производственной практики имеет ряд проблем, которые существенно влияют на снижение ее качества. Актуальность темы исследования обусловлена усилением роли прикладных профессиональных навыков на высококонкурентном рынке труда. Целью исследования является рассмотреть возможные способы организации производственной практики в высших образовательных учреждениях Российской Федерации, способные повысить ее качество.

### Повышение качества производственной практики как основной фактор совершенствования прикладных навыков студентов

Производственная практика является одной из ключевых частей учебного процесса в университете, которая помогает сформировать у студента ценные для работодателя прикладные навыки. С ее помощью студенты имеют возможность применить свои знания в условиях реального производства и получить опыт работы по специальности. Практика является связующим звеном между рынком образования и рынком труда, с помощью которого они могут обмениваться актуальной информацией и новым опытом.

Однако в действительности мы сталкиваемся с проблемами в организации производственной практики, что значительно сказывается на ее качестве. Как правило, в реальности практика носит больше формальный характер. В большинстве случаев планы, составленные руководителями практик, не выполняются на предприятии. В некоторых случаях можно заметить безразличие и безучастие со стороны любого участника процесса ее проведения: как со стороны студентов с низким уровнем мотивации и желанием развиваться в профессии, так и со стороны руководителей предприятий, перекладывающих на студентов рутинную работу, не относящуюся к специальности студента. Именно восприятие производственной практики как вынужденную необходимость, от которой хотелось бы побыстрее освободиться, впоследствии вызывает большое количество проблем на разных уровнях ее организации. Такое отношение к практике стирает ее ценность и первоначальный смысл, который был в нее заложен.

Низкую эффективность сложившегося на сегодняшний день подхода к производственной практике как к элементу освоения прикладных навыков подтверждают различные социологические исследования. Например, согласно исследованию Head Hunter, проведенному в 2021 году, 93 % из опрошенных работодателей оценили уровень профессионализма выпускников как средний и ниже среднего. Сегодня многие компании ищут себе специалистов с опытом работы, что доказывает, насколько современному работодателю больше важны именно прикладные навыки молодого специалиста. Сейчас диплом об окончании высшего учебного заведения не дает выпускнику гарантии трудоустройства, и,

зачастую, прежде чем попасть на новое место работы, он выполняет различные тестовые задания, которые выявляют, насколько хорошо кандидат умеет применять полученные в университете знания в реальных условиях. Повышение качества прохождения студентами производственной практики приведет к повышению уровня прикладных знаний, что благоприятно скажется на эффективности обучения в целом и поможет выпускникам в дальнейшем трудоустройстве. Отсюда следует, что современный подход к производственной практике, который будет закрывать имеющиеся на сегодняшний день проблемы прикладной подготовки выпускников, становится необходимостью.

### **Выявление проблем производственной практики путем анкетирования студентов**

Для того чтобы сформулировать, какой должен быть современный подход к производственной практике, необходимо сначала выяснить, какие проблемы существуют в настоящее время. В первую очередь производственная практика должна нести пользу для самих студентов, поэтому, чтобы определить проблемы, нам важно понять, что они думают о производственной практике и с какими трудностями сталкиваются.

Для получения более подробной информации было проведено анкетирование студентов, обучающихся на специальности 27.03.05 «Инноватика». В опросе приняло участие 30 человек, из них 10 человек – 2 курс бакалавриата, 8 человек – 3 курс бакалавриата, 2 человека – 4 курс бакалавриата, 10 человек – 1 курс магистратуры. Опрос состоял из семи вопросов, в пяти из которых для ускорения прохождения были предоставлены варианты ответов.

#### **Вопрос № 1 «Опыт работы»**

Анализ анкет показал, что большая часть опрошенных студентов уже имеет опыт работы (83 %). Но работают по специальности лишь 24 % опрошенных студентов, преимущественно с официальным трудоустройством, против 59 % работающих не по специальности. Стоит отметить, что студенты более охотно выбирают работу с официальным трудоустройством, их доля составила 53 %.

#### **Вопрос № 2 «Что для Вас значит производственная практика?»**

На следующий вопрос «Что для Вас значит производственная практика?» студентам было предложено выбрать один или несколько представленных вариантов ответа. По результатам опроса лидировало два утверждения: «Практика – это получение опыта работы» (23 голоса) и «Практика – это возможность узнать «внутреннюю кухню» будущей специальности» (23 голоса). Немало голосов набрало следующее утверждение: «Практика – это возможность зарекомендовать себя перед будущим работодателем». За этот вариант проголосовало 17 человек (57 %). За вариант «Практика – это вынужденная необходимость» проголосовало 9 человек (30 % от общего числа опрошенных).

#### **Вопрос № 3 «Выделите проблемы, с которыми Вы столкнулись при прохождении практики»**

В следующем вопросе студентам было предложено выбрать одну или несколько проблем, с которыми они столкнулись при прохождении практики. По результатам опроса лидировало две проблемы: «Сложно найти предприятие для прохождения практики» (16 голосов) и «Нет четкого понимания, что и когда делать» (15 голосов).

За вариант «Низкая мотивация проходить практику» проголосовало 8 студентов (27 %). Утверждение «Проведение практики в летнее время» собрало 9 голосов (30 %). Семеро студентов (24 %) отметили, что у них «недостаточно знаний для выполнения индивидуального задания».

Отметим, что лишь два студента (6,5 % от общего числа опрошенных) проголосовало за вариант «Проблем не возникло».

#### **Вопрос № 4 «Появились ли после прохождения практики новые навыки?»**

На вопрос «Появились ли после прохождения практики новые навыки?» студенты ответили следующим образом: 11 человек ответили отрицательно, 4 человека затрудняются ответить на данный вопрос, 15 человек ответили на вопрос положительно. Из 15 студентов, ответивших «да» на данный

вопрос, 8 человек выделили надпрофессиональные и общие навыки, 7 человек отметили навыки по специальности.

Из общих навыков были перечислены: навыки корпоративного общения, коммуникабельность, уверенность, стрессоустойчивость, новые способы поиска информации, работа в команде, обращение с корпоративным ПО, работа с Excel.

Из профессиональных навыков: разработка, составление и оформление документации по специальности; знакомство с азами будущей работы; более глубокое осознание своей специальности; знания по процессу входного контроля; эксплуатация реальных рабочих установок; способы и методы, реально используемые на производстве.

### Промежуточные выводы по результатам опроса

Итак, по результатам опроса можно сделать следующие выводы.

1. Многие студенты имеют трудности с получением опыта работы по специальности, поэтому производственная практика для них является единственной возможностью его получить. Получение опыта работы и возможность глубже осознать свою будущую профессию – именно это студенты ценят в производственной практике больше всего.

2. Поиск предприятия и недостаточное понимание всех этапов проведения практики – наиболее актуальные проблемы для студентов. Необходимо двигаться в сторону упрощения взаимодействия предприятий и учебных заведений и более четкой организации проведения производственной практики.

3. Такие проблемы, как, например, незаинтересованность руководителя предприятия и студентов, несовпадение индивидуального задания со специальностью, недостаточное информирование, использование практикантов как бесплатную рабочую силу и множество других, возникают из-за более глобальной проблемы – формальности проведения практики, при котором все сводится к составлению отчета, а не получения опыта и прикладных знаний в условиях производства.

4. Низкое качество производственной практики подтверждает отсутствие появления новых профессиональных навыков у большого числа опрошенных студентов.

### Другие проблемы

Конечно, проблем в процессе проведения производственной практики гораздо больше, чем было указано в опросе студентов. Рассмотрим проблемы производственной практики в более глобальных масштабах. Для этого разобьем их на три условные группы.

1. *Социально-экономические.* На проблемы этой группы невозможно повлиять без государственной поддержки. Сюда можно отнести кризисы, пандемии, безработицу, нехватку экономических ресурсов предприятий и другие социально-экономические процессы, в связи с которыми на предприятиях происходят сокращения рабочих мест, в том числе мест и для студентов-практикантов.

2. *Ментально-психологические.* Отражают вопросы личностной готовности субъектов образовательной и производственной деятельности к продуктивному долгосрочному сотрудничеству в организации и проведении производственной практики. Например, как уже говорилось выше, работодатели не удовлетворены уровнем прикладной подготовки выпускников, и они хотели бы видеть хорошо подготовленных молодых специалистов, но далеко не все компании готовы брать к себе студентов для прохождения практики. Возникает вопрос, каким образом студент должен получить опыт работы и профессиональные навыки, если многие предприятия закрыты для студентов. Многие компании, желая сохранить коммерческую тайну, не подпускают студентов к множеству рабочих установок, не раскрывают необходимую документацию, бухгалтерию и т. д. Это существенно снижает качество прохождения производственной практики.

3. *Учебно-организационные.* Сюда мы можем отнести проблемы, которые мы упомянули в опросе для студентов, которые касаются по большей части именно организационно-учебных процессов. Кроме того, к этой группе можно отнести проблему одинаковой практики для студентов 2-го и 3-го курсов. Руководитель практики на предприятии зачастую не учитывает уровень знаний студентов и дает одинаковое задание и для второкурсников, и для третькурсников. К данной группе проблем можно

отнести формальное согласование программ практик, невозможность отработки даже одной профессиональной компетенции в стенах одного предприятия и множество других проблем.

На эту группу проблем повлиять уже проще, чем на две предыдущие. Изменить некоторые процессы в лучшую сторону кажется уже более реальной задачей. Именно над решением некоторых учебно-организационных проблем мы будем говорить в третьей главе.

### **Методы организации производственной практики, повышающие ее эффективность**

Как мы уже убедились ранее, процесс проведения и организации производственной практики имеет множество нерешенных проблем, существенно влияющих на ее качество. Повышение качества производственной практики требует комплексного подхода изменений в уже устоявшейся системе.

### **Результаты опроса студентов**

Возвратимся к анализу анкет. Студентам был задан открытый вопрос: «Что, на ваш взгляд, сделало бы прохождение практики полезнее и интереснее?». Студенты отметили, что хотели бы видеть в производственной практике более тесное взаимодействие руководителя практики и предприятия; более широкий выбор предприятий; общение с представителями предприятий в течение учебного года; интерактивность; участие в реальных проблемах предприятия; более глубокое погружение в специфику производства; возможность подключения студентов к внутренней закрытой системе предприятия; прохождение практики во время обучения с возможностью выяснить какую-то необходимую информацию сразу на парax.

Также из 30 опрошенных 4 человека упомянули о заработной плате, 3 человека отметили возможность дальнейшего трудоустройства в компании.

В большинстве ответов прослеживается мысль об взаимодействии, более активном контакте студентов с представителями предприятий. Это наводит на мысль о том, что как раз нехватка взаимодействия студентов и руководителей предприятий, может породить проблему недостаточной осведомленности студентов, о которой мы уже говорили ранее. Решить эту проблему можно с помощью проведения большего числа мероприятий, которые дадут студентам необходимую информацию и познакомят с процессом прохождения производственной практики.

Следующий вопрос касался именно этой темы. Студентам был задан вопрос: «Какие мероприятия, связанные с производственной практикой, Вам было хотелось бы видеть в университете?», на который можно было выбрать один или несколько вариантов ответа. По результатам опроса лидировали варианты «Экскурсии на производство или в офис компании» (60 %) и «Создание кейса, основанного на разработке проекта по вашей специальности» (54 %). Также практически половина студентов (47 %) выбрали вариант, что хотели бы видеть в университете мини-интерактивы, подразумевающие решение небольших технологических задач.

На сегодняшний день проведение мероприятий, связанных с производственной практикой и получением прикладных профессиональных навыков, являются самым реальным и осуществимым способом повлиять на качество производственной практики.

На основе всего вышесказанного, попробуем поразмышлять над возможными способами повышения эффективности производственной практики.

### **Использование VR- и AR-технологий**

На данный момент внедрение VR- и AR-технологий в процесс обучения проходит в экспериментальном формате, но использование данных технологий уже показало свою эффективность в обучении пилотов, инженеров и энергетиков. Например, нефтедобывающая компания Schlumberger на VR-тренажерах учит новичков работать на буровых вышках.

Использование VR- и AR-технологий в производственной практике поможет решить проблему нехватки мест на предприятии для практикантов. Кроме того, в виртуальной реальности студент может попробовать решить реальные технологические задачи на рабочих установках, не навредив себе и предприятию. Если смоделировать виртуальную реальность на основе существующего предприятия, то пробуя выполнять в ней различные задачи, студент может получить даже больше профессиональных навыков, чем на предприятиях, руководители которых боятся допускать студентов до рабочих



установок или документации. Такой формат практики еще удобен тем, что ее можно проводить на территории учебного заведения.

Программы проведения производственной практики с помощью VR- и AR-технологий уже разработали сотрудники Московского государственного образовательного комплекса (МГОК), одна из базовых кафедр которого расположена в особой экономической зоне «Технополис М.». С сентября 2021 года производственную практику в таком формате прошло уже более 100 человек.

### **Создание кейса по специальности**

Создание кейса, основанного на разработке проекта по специальности, позволяет затронуть развитие большего числа профессиональных компетенций. Такой формат практики подразумевает ее прохождение параллельно с учебным процессом в течение семестра.

Этот подход к производственной практике используют в университете ИТМО в магистратуре по направлениям «Менеджмент» и «Управление развитием бизнеса». Суть практики заключается в выполнении конкретного бизнес-проекта, осуществленного в организации-базе практики. Для этого студенты сначала собирают информацию, на ее основе готовят кейс, разрабатывают задания и методические рекомендации для него, проводят апробацию кейса на учебной аудитории. Все эти действия направлены на развитие организационно-управленческих навыков студента, что очень хорошо подходит всем управленческим специальностям.

Похожий формат встречается в университете Иннополис на магистерской программе «Технологическое предпринимательство». Студенты проходят практику на протяжении всего второго года обучения, имея возможность представить в качестве своей дипломной работы стартап (по программе Минобрнауки «Стартап как диплом»). Иннополис отмечает практико-ориентированный метод в их учебном процессе, как фактор дальнейших успехов выпускников.

### **Стартапы и бизнес-акселераторы**

На сегодняшний день в более чем 40 вузах нашей страны студенты имеют возможность защитить свою выпускную квалифицированную работу по программе Минобрнауки «Стартап как диплом». Существование таких программ наводит на мысль, что в будущем работа со стартапами может затронуть и производственную практику. Сегодня такие мероприятия, как бизнес-акселераторы проводятся параллельно учебному процессу, но в дальнейшем они могут быть внедрены напрямую в него. Участвуя в акселераторе, студенты имеют возможность развивать свою бизнес-идею или решать кейс компании-партнера, получая при этом ценные практические навыки. Несомненным плюсом акселератора является достаточно свободный формат, который позволяет студентами реализовать свои интересы.

Появление таких программ подчеркивает тенденцию перехода к практико-ориентированному методу обучения в вузах России.

### **Заключение**

На основе проделанной работы можно прийти к следующим выводам. Анкетирование студентов показало, что проблем в организации и проведении производственной практики действительно много. Главным образом мы должны уходить от формального отношения к практике и повысить вовлечение всех участников этого процесса. Самый простой шаг для повышения заинтересованности – это проведение различных мероприятий, повышающих ценность производственной практики и позволяющих студентам получить некоторые прикладные профессиональные навыки.

Уже сейчас некоторые университеты переходят к практико-ориентированному методу обучения, поэтому с годами ценность получения реальных производственных навыков будет лишь возрастать. Решение существующих проблем и внедрение различных инноваций в организацию производственной практики требуются уже сейчас, чтобы заложить крепкий фундамент в будущем.

Что касается перспектив развития производственной практики – возможно, университеты будущего будут играть роль неких «площадок практики», которые способны быстро подстраиваться под изменения на рынке труда, а учебный процесс начнет включать все больше различных деятельностных форм (проекты, стартапы, кейсы и т. д.). В будущем хотелось бы видеть производственную практику

как более гибкую систему развития профессиональных прикладных навыков с использованием новых технологий и инновационных методик, которая будет подразумевать максимальную вовлеченность студентов в этот процесс.

#### Список источников

1. Стартап как диплом / Министерство науки и высшего образования. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/25900/> (дата обращения: 05.07.2022).
2. Исследование рынка труда от HeadHunter. URL: <https://spb.hh.ru/article/research> (дата обращения: 08.07.2022).
3. Официальный сайт мера Москвы. Стажировка на экране. URL: <https://www.mos.ru/news/item/103225073/> (дата обращения: 07.07.2022).
4. Технологическое предпринимательство. URL: <https://apply.innopolis.university/master/technological-entrepreneurship/> (дата обращения: 09.07.2022).
5. Центр карьеры ИТМО. URL: <https://careers.itmo.ru/> (дата обращения: 10.07.2022).
6. *Шапиро Н. А., Каплина Ю. Е.* Организационно-управленческая практика. Профиль «Управление развитием бизнеса»: учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 69 с.

УДК 504.064.36

**С. С. Изотова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Н. А. Жильникова**

доктор технических наук, профессор – научный руководитель

## ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ И СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 8 декабря 2021 года № 3496-р, приоритетом в области цифровой трансформации отрасли экологии и природопользования в России является формирование и развитие цифровой платформы услуг мониторинга состояния окружающей среды, обеспечивающей управление природоохранной деятельностью и экологической безопасностью. В ходе реализации стратегического направления планируется внедрение технологии цифрового двойника (Digital Twin). В данной статье приведены общие сведения и характеристика цифрового двойника в сфере рационального природопользования. Проанализировано, на какой стадии в России находится разработка и внедрение цифрового двойника в области гидросферы. Исследована степень готовности водного законодательства к дальнейшему увеличению применения цифровых технологий в сфере водных отношений.

Впервые концепция цифровой копии физического объекта была отработана на «промышленном» уровне в начале 60-х годов прошлого века в рамках программы национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА) «Аполлон», когда были построены как минимум два идентичных космических корабля. Дальнейшее применение технологий искусственного интеллекта одновременно с распространением датчиков, собирающих описательные данные, а также модернизация методов обработки больших данных и облачных вычислений привели к созданию искусственных интеллектуальных виртуальных копий физических и экологических систем. В 2010 году ученый Джон Викерс ввел термин «Цифровой двойник (ЦД)».

Цифровое представление физического объекта является «живым» и динамичным, что означает, что оно обновляется каждый раз, когда его реальный двойник претерпевает изменения. Модель создается с помощью технологий визуализации (3D-моделирование, дополненная реальность – Augmented Reality (AR)), которые отображают данные, собранные со встроенных датчиков и устройств Интернета вещей, которые затем анализируются с помощью алгоритмов машинного обучения и аналитики больших данных. Цифровой двойник работает на основе технологии компьютерной графики, которая создает интерактивный контент быстрее человеческого восприятия [1].

Технология виртуального прототипа реального объекта на сегодняшний день масштабно применяется с целью оптимизации ряда производственных процессов, в то время как по всему миру в области водоподготовки и водоочистки эта технология до сих пор находится в первоначальной стадии разработки. Для реализации ЦД естественной экосистемы используются уточненные математические модели, описывающие все физические процессы, происходящие в реальном объекте исследования. «Применение математических моделей в реализации подобного рода экосистем заведомо предполагает адекватность в описании кинетики самого процесса и адекватного взаимодействия между обитателями цифрового экологического симулятора» [2].

Цифровой двойник – это технология (процесс) создания глобально конкурентоспособной продукции, интегрирующая необходимые ключевые компоненты – best-in-class («лучшие в классе») технологии мирового уровня, которая представлена формулой (1):

$$P_{best-in-class}^{WL} = \sum_{i=1}^n a_i T_i^{WL}, \quad (1)$$

где  $P_{best-in-class}^{WL}$  – best-in-class глобально конкурентоспособная продукция (Product) мирового уровня (WL – World Level);  $T_i^{WL}$  –  $i$ -я best-in-class технология мирового уровня;  $a_i$  – весовой коэффициент,

определяющий вклад  $i$ -й best-in-class технологии мирового уровня в разработку глобально конкурентоспособной продукции, причем выполняется равенство (2):

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (2)$$

Реализация ключевых проектов и мероприятий стратегического направления будет способствовать ликвидации наиболее опасных объектов накопленного вреда окружающей среде и экологическому оздоровлению водных объектов, включая р. Волгу, озера Байкал и Телецкое, определенных Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [3].

Для оздоровления Обь-Иртышского бассейна создадут его цифровой двойник, реализация которого планируется в рамках национального проекта «Экология», – речь идет о проекте кузбасских ученых «Цифровой Обь-Иртышский бассейн», начатом по инициативе губернатора Кузбасса Сергея Цивилева. Крупные реки Обь и Иртыш протекают через промышленные регионы, отсюда их повышенная антропогенная и техногенная нагрузка. Проект направлен на оптимизацию потребления водных ресурсов, а также на борьбу с обмелением рек Сибири и Урала. Наряду с правительством Кузбасса в проекте участвуют Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ) и Институт водных проблем Российской академии наук (РАН). В 2019 году было подписано трехстороннее соглашение о научно-техническом сотрудничестве. В разработке цифрового двойника центральное место занимает Центр компетенций Национальной технологической инициативы СПбПУ, у которого уже имеется опыт в формировании цифровых копий реальных объектов.

Суть виртуального прототипа бассейна в сборе и повторном использовании цифровых данных, для этого реки снабдят современными сенсорными устройствами и датчиками для гидрологического мониторинга. Данные с них не просто собираются и обрабатываются, а участвуют в замкнутом цикле информационного обмена между реальным бассейном и его виртуальной копией. Такие цифровые модели экосистемы имеют большое значение для прогнозирования ситуаций и отслеживания крупных локальных загрязнений, тем самым помогают определить пути решения проблем, связанных с накопленным экологическим ущербом.

В рамках проекта, аналога которому в мире на данный момент отсутствуют, ставится научно-техническая цель: с применением технологии цифровых двойников и больших данных создать комплексную систему управления водными ресурсами, которая станет инструментом поддержки принятия решений для федеральных и региональных органов власти, а также промышленных предприятий-водопользователей. Единое платформенное решение даст возможность эффективно находить нарушения природоохранного законодательства, выявлять и четко определять источники загрязнения, производить оценку нанесенного ущерба и устанавливать состав мер, нацеленных на оздоровление и снижение техногенной нагрузки на водные объекты. В сферу ответственности специалистов Центра компетенций Национальной технологической инициативы Санкт-Петербургского политехнического университета (НТИ СПбПУ) войдут следующие этапы разработки:

- создание «цифровой тени» (Digital Shadow) речного бассейна с применением создаваемой в рамках проекта системы сбора и обработки мультимодальной потоковой информации на основе принципов Интернета вещей. Будет сформирована единая база данных, куда станет стекаться информация с наземных автоматических измерительных комплексов, данные дистанционного зондирования Земли и мониторинга при помощи беспилотных летательных аппаратов;

- создание «умного» цифрового двойника (Smart Digital Twin) речного бассейна как техноприродного объекта с определением критических факторов техногенной нагрузки [4].

24 апреля 2020 года состоялось онлайн-совещание, на котором технологию цифровых двойников представил проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета, руководитель Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» Алексей Боровков. Он отметил, что цифровой двойник (Digital Twin) – это «технология-интегратор», которая объединяет в себе новые производственные технологии, искусственный интеллект, большие данные,

распределенный реестр, беспроводные технологии, технологии сенсорики, а также бионический дизайн.

Профессор А. И. Боровков заявил, что основными компонентами процесса являются системный инжиниринг, применение best-in-class технологий мирового уровня, формирование «Цифрового мозга» (Digital Brainware) на основе множества экспериментальных данных, имеющихся у Росгидромета, многочисленные виртуальные испытания, в том числе на специализированных «виртуальных стендах» и «виртуальных полигонах».

Семейство высокоадекватных мультидисциплинарных математических моделей технологических процессов, а также сопутствующих виртуальных испытаний, виртуальных стендов, виртуальных полигонов Центр компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» называет цифровым двойником технологических процессов (Digital Twin, DT-2). Комплексирование цифрового двойника объекта (DT-1) и цифрового двойника технологических процессов (DT-2) в рамках единой полномасштабной цифровой модели позволяет сформировать «умный» цифровой двойник 1-го уровня (Smart Digital Twin, SDT<sup>(1)</sup>), который обладает «генетической памятью».

DT-1 и еще в большей степени SDT, дают четкое представление о расположении критических зон, в которых имеет смысл размещать те или иные датчики (температуры, давления и т. д.), то есть отвечает на важные вопросы: «Где измерять?» и «Что измерять?» и позволяет сформировать «умные» большие данные (Smart Big Data) и «умную» цифровую тень (Smart Digital Shadow, SDS).

В последующем происходит непрерывное «обучение» цифрового двойника: как в согласовании с изменениями, которые происходят на протяжении жизненного цикла реального объекта (а именно «умный» цифровой двойник объекта SDT<sup>(1)</sup> становится еще «умнее» – SDT<sup>(2)</sup>), так и по результатам математического моделирования (виртуальных испытаний). В итоге формируется семейство цифровых двойников, представленное на рис. 1.

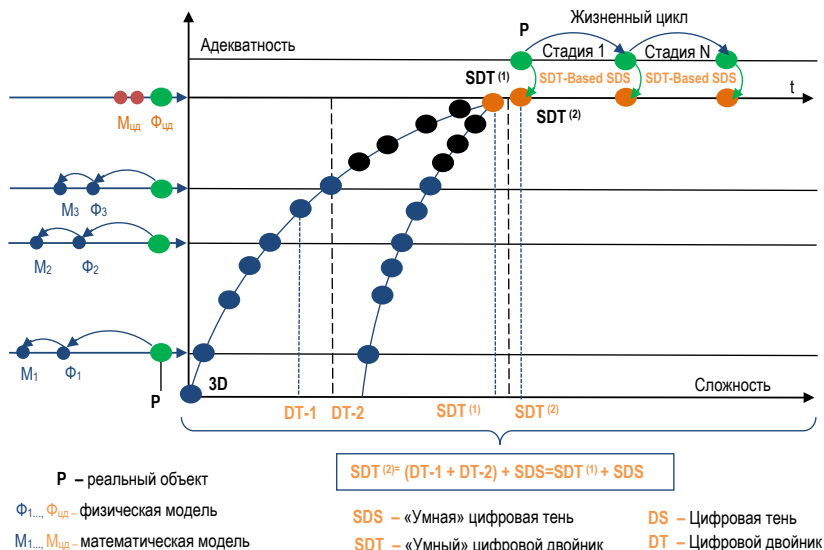


Рис. 1. Семейство цифровых двойников

Для такого универсального мегапроекта как «Цифровой Обь-Иртышский бассейн» все ключевые составляющие цифрового двойника должны быть переосмыслены, уточнены, модифицированы.

В 2017 году платформа CML-Bench™ была удостоена Национальной промышленной премии Российской Федерации «Индустрия». Это уникальная совместная разработка Инжинирингового центра «Computer Mechanism Laboratory» (CompMechLab®) Санкт-Петербургского политехнического университета и головной компании «ООО лаборатория «Вычислительная техника» CompMechLab®, предназначенная для разработки цифровых двойников и умных цифровых двойников технологических и производственных изделий/процессов [5].

Ускорить процесс появления планируемых двойников поможет сеть экополигонов на пилотных территориях. Всего их запланировано девять: четыре на юге Сибири, два на ее севере и три на Урале. В бассейне Оби гидрологические исследования будут проводиться на Телецком озере и реках Большой Киаалим, Миасс, Тура и Ускат, в нижней Оби – на острове Белом в Обской губе, а также на международном стационаре «Мухрино» в Ханты-Мансийском автономном округе.

Один из таких проектов, а именно «Цифровой Ускат» полностью готов к реализации. Технологические решения, связанные с созданием системы автоматического контроля состояния водных объектов позволят в автоматическом режиме проверять пробы воды и выявлять несанкционированные сбросы и загрязнения. В составе разработанного оборудования есть приборы для автоматического отбора проб, которые будут анализировать состав воды примерно по 20 параметрам и сигнализировать о превышении нормативов. Успешная реализация проекта «Цифровой Ускат» позволит апробировать технологии цифрового гидрологического мониторинга, тем самым даст зеленый свет» более крупному проекту – «Цифровой Обь-Иртышский бассейн» [6].

Все большую значимость приобретают слова специалиста в области экологического права Олега Степановича Колбасова: «В обеспечении охраны вод, наряду с правовым, существенное значение имеют технический и организационный аспекты, их согласованность между собой, а также тот факт, что правовое регулирование отношений по использованию и охране вод от загрязнения должно учитывать существующие технологии» [7].

В области управления водными ресурсами Российской Федерации действуют разные информационные системы – чисто водного профиля, а также базы данных других сфер деятельности. Стоит отметить, что в реестр мероприятий федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» Водной стратегией 2009 года было включено создание целостной информационно-аналитической системы управления водохозяйственным комплексом России. Тем не менее на сегодняшний день данная глобальная информационная система не запущена, Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы) ведет интенсивную работу по формированию единого информационного пространства в виде цифровой платформы «Водные данные» [8], [9].

Технология цифрового двойника будет использоваться в рамках развития отрасли экологии и природопользования для создания базы данных нового поколения и в формировании системы «Водные данные». Использование цифровой системы «Водные данные» позволит создать цифровые сервисы для водопользователей, сократить время предоставления государственных услуг, обработки информации о водохозяйственной обстановке для принятия управленческих решений, увеличить количество жителей и территорий, защищенных от негативных и неблагоприятных явлений на водных объектах [9].

Однако водное законодательство сталкивается с некоторыми сложностями, что объясняется неполной готовностью к серьезной цифровизации процесса управления водными ресурсами. Самая очевидная проблема заключается в громоздкой правовой процедуре принятия схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), которые по замыслу и должны будут подлежать оперативной корректировке на основании расчетов и прогнозов цифровых моделей водных объектов.

Следует сосредоточить интерес на том, что цифровая площадка «Водные данные» устремляющаяся совместить неоднородные и распределенные по разным информационным ресурсам материалы, которые касаются использования и охраны вод – запускается без основополагающей правовой поддержки Водного кодекса. Например, автоматизация систем контроля сброса очистных вод и наблюдательных гидрологических постов развивается на основании положений законодательства об охране окружающей среды и нормативно-технических актов, регулирующих деятельность Росгидромета. Помимо этого, осуществление концепта общей информационно-аналитической системы управления во-

дохозяйственным комплексом Российской Федерации, очевидно подразумевает не просто пассивный сбор сведений, обновление, отражающее оперативную обстановку в интерактивном режиме и их сортировку согласно категориям. В первую очередь предполагается корректировка в режиме реального времени, что явно требует не только сложных технологических решений, но и внесения соответствующих изменений в водное законодательство, в том числе включая порядок утверждения и изменения СКИОВО [10].

#### Список источников

1. Что такое цифровой двойник? // Unity. URL: <https://unity.com/ru/solutions/digital-twin-definition> (дата обращения: 11.11.2022).
2. Гусев А. В. Применение цифровых двойников для решения задач экологической безопасности // Столыпинский вестник. 2022. № 6. С. 2.
3. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
4. Прохоров А., Лысачев М. Научный редактор профессор Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. 1-е изд., исправ и доп. М.: ООО «АльянсПринт», 2020. С. 345–347.
5. Роль цифровых двойников в реализации проекта «Цифровой Обь-Иртышский бассейн» обсудили на совещании с руководством Росгидромета // Центр компетенций НТИ СПбПУ. URL: <https://nticenter.spbstu.ru/news/7315> (дата обращения: 12.11.2022).
6. Первую в Кузбассе реку «оцифруют» в 2022 году для мониторинга уровня загрязнения // А42.ру. URL: <https://gazeta.a42.ru/lenta/news/117575-pervuyu-v-kuzbasse-reku-ocifruyut-v-2022-godu-dlya-monitoringa-urovnya> (дата обращения: 30.10.2022).
7. Колбасов О. С. Водное законодательство в СССР. М.: Юрид. лит., 1972. С. 186.
8. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» // СЗ РФ. 2009. № 36. Ст. 4362.12.
9. Постановление Правительства РФ от 19.04.2012 № 350 «О федеральной целевой программе «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах» // СЗ РФ. 2012. № 18. Ст. 2219.
10. Амашукели С. А. Развитие цифровизации в сфере использования и охраны водных объектов // Актуальные проблемы российского права. 2022. Т. 17. № 3. С. 177–187.

УДК 681.5

**Д. Ф. Каздио**

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

**А. В. Чабаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОВЕРКА СИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

### Введение

Автоматическая поверка СИ (средств измерений) – это процесс проверки точности и соответствия СИ установленным стандартам с использованием автоматизированных средств. Существуют различные технологии и методы для автоматической поверки СИ, включая использование специализированных программно-обеспеченных, роботов, датчиков и других устройств, в первую очередь цифровых приборов.

### Средства измерений, поверка и их автоматизация

Поверка – это процедура проверки средств измерения на соответствие установленным метрологическим требованиям. Она проводится с целью подтверждения точности и надежности измерительных приборов, используемых в различных сферах деятельности, например, в производстве, лабораториях, научных исследованиях, торговле и других.

Поверка проводится путем сравнения показаний проверяемого средства измерения с показаниями эталонного средства измерения, которое имеет известную точность и надежность. Если показания проверяемого средства измерения соответствуют требуемым стандартам и метрологическим требованиям, то оно считается прошедшим поверку. Если же показания не соответствуют требованиям, то средство измерения требуется отремонтировать или откалибровать.

Поверка является важным этапом обеспечения точности измерений и надежности средств измерения. Она проводится в соответствии с международными стандартами и нормативными документами и регулярно повторяется в зависимости от конкретного типа измерительного оборудования и его условий эксплуатации.

Цифровые приборы пришли на смену аналоговым в связи с возможностью широкого применения полупроводниковых технологий. Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени. К средствам измерений относят меры и измерительные приборы, преобразователи, установки и системы. От средств измерений зависит правильное определение значения измеряемой величины в процессе измерения.

Примером развития процессов в поверке СИ является установка для поверки мультиметров. Для ускорения процесса и повышения эффективности поверки была разработана система машинного зрения. Данное решение оптимально подойдет для поверочных лабораторий, которые в своей работе применяют или внедряют автоматизацию поверки. Важно отметить, что система не производит математическую или статистическую обработку распознанных значений – распознанные показания передаются по принципу «здесь и сейчас». Все операции по дальнейшей обработке измеренных значений пользователь производит уже в каком-либо специализированном программном обеспечении (рис. 1).

Простой анализ парка средств измерений позволяет сделать вывод о том, что 50–70 % от общего объема приборов составляют ручные цифровые средства измерения. Поверка мультиметра, на первый взгляд прибора, занимает время, сравнимое с поверкой настольного лабораторного мультиметра. Если только посмотреть на количество режимов, в которых может измерять такой ручной мультиметр, проанализировать количество пределов измерения и число поверяемых точек, то размер протокола поверки такого прибора может вполне сравниться по объему с протоколом поверки настольного мультиметра.



Если оценить количество таких приборов в парке, то можно увидеть, насколько велика нагрузка на поверителей. Автоматизация поверки таких приборов усложняется, поскольку в большинстве случаев у таких СИ нет возможности подключения к компьютеру. Это обусловлено также и ценовым сегментом подобного вида приборов (рис. 2).

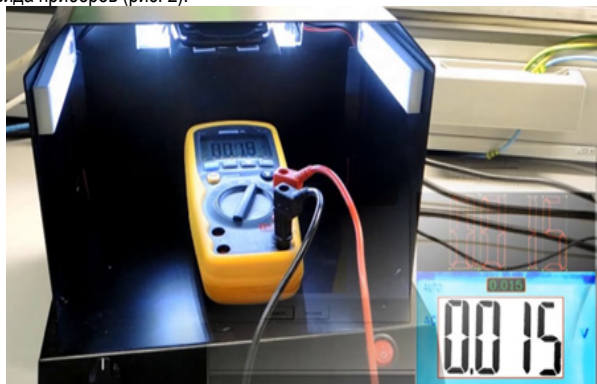


Рис. 1. Устройство поверки мультиметров

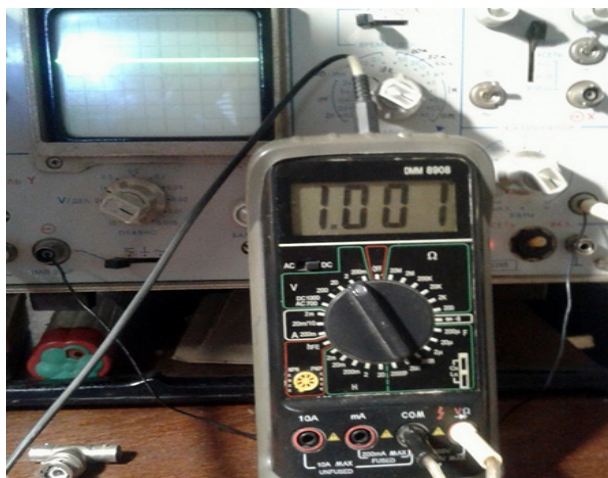


Рис. 2. Аналоговая поверка мультиметра

Решением для автоматизации этого процесса будет являться распознавание показаний ручных цифровых средств измерений. Система поддерживает любые модели веб-камер при условии наличия комплекта драйверов. Управление режимами работы веб-камеры (яркость, контрастность) осуществляется с помощью драйвера веб-камеры. Возможность обучения программы различному отображению цифр (разные шрифты дисплеев) и сохранение их в библиотеку – обучение может проводить конечный пользователь.

Поверка мультиметра происходит в соответствии с определенными стандартами и методиками, которые определяют процедуру проверки точности и надежности прибора. В процессе поверки мультиметра

тиметра сначала проверяют внешний вид и состояние прибора, а также наличие документов, подтверждающих его соответствие стандартам и требованиям. Затем проводятся измерения, используя эталонные приборы, которые имеют более высокую точность и надежность, чем сам проверяемый прибор. Для поверки мультиметра используют специальные эталонные сигналы, которые генерируются генератором сигналов. Эти сигналы могут быть как постоянными, так и переменными, с различной амплитудой, частотой и формой. При проведении поверки измеряются несколько параметров, включая точность, линейность, разрешающую способность, диапазон измерения, устойчивость к температурным и внешним факторам и другие.

По результатам поверки составляется протокол, который содержит информацию о точности и надежности поверяемого прибора, а также обо всех выявленных отклонениях и несоответствиях. Если прибор соответствует всем требованиям, то он считается прошедшим поверку и может использоваться для измерений. Если же есть какие-то отклонения или несоответствия, то прибор должен быть откалиброван или отправлен на ремонт.

Автоматизация процесса поверки средств измерений имеет несколько преимуществ по сравнению с традиционными методами, выполняемыми вручную.

1. Увеличение точности и надежности измерений: автоматические системы могут обеспечивать более точные измерения, поскольку они могут выполнять поверку на более широком диапазоне значений и в более короткие сроки, чем это возможно при ручной поверке.

2. Сокращение времени поверки: автоматические системы могут значительно сократить время, необходимое для поверки благодаря тому, что они могут проводить измерения быстрее и более эффективно, чем это может делать человек.

3. Уменьшение ошибок и искажений: автоматические системы могут снизить вероятность ошибок и искажений, которые могут возникнуть при ручной поверке, так как они могут быть более точными и предсказуемыми в своей работе.

4. Экономия ресурсов: автоматические системы могут значительно сократить затраты на поверку, так как они могут выполнять поверку большего количества средств измерений за более короткий промежуток времени, что позволяет сократить количество рабочего времени, необходимого для проведения поверки, а также использование материальных ресурсов и энергии.

5. Удобство и гибкость: автоматические системы могут быть настроены для работы с различными типами и моделями средств измерений, что позволяет повысить гибкость и удобство использования.

В целом, автоматизация процесса поверки средств измерений позволяет улучшить качество измерений, уменьшить время и затраты на поверку, а также повысить гибкость и удобство использования. Существуют различные технологии и методы для автоматической поверки СИ, включая использование специализированных программного обеспечения, роботов, датчиков и других устройств.

С развитием технологий, связанных с искусственным интеллектом, машинным обучением, Интернетом вещей и другими областями, возможности для автоматической поверки СИ будут значительно расширяться. Использование компьютеризированных систем поверки: такие системы используют современные компьютерные технологии, чтобы автоматизировать процесс поверки, улучшить точность и сократить время, необходимое для выполнения поверки. Эти системы часто оснащены специальными программными обеспечениями, которые позволяют контролировать процесс поверки, анализировать результаты измерений и сохранять данные в цифровом виде. Также используют сенсоры для измерения физических параметров средств измерений, что позволяет повысить точность и надежность поверки. Сенсоры могут измерять такие параметры, как напряжение, ток, сопротивление и температуру, и предоставлять точные результаты измерений в режиме реального времени.

В последние годы произошел значительный прорыв в области цифровых технологий, что позволило повысить точность и надежность измерений, а также сократить время, необходимое для выполнения поверки. Такие технологии, как цифровая обработка сигналов, микропроцессорная технология и цифровая связь, позволяют создавать более точные и надежные средства измерения и поверки.

Новые материалы, такие как наноматериалы и тонкопленочные материалы, позволяют создавать более точные и надежные средства измерения и поверки, что улучшает качество измерений и повышает точность.

Стандарты поверки являются важной составляющей в обеспечении точности и надежности измерений. По мере развития технологий и изменения требований к измерениям необходимо обновлять существующие стандарты поверки (рис. 3).

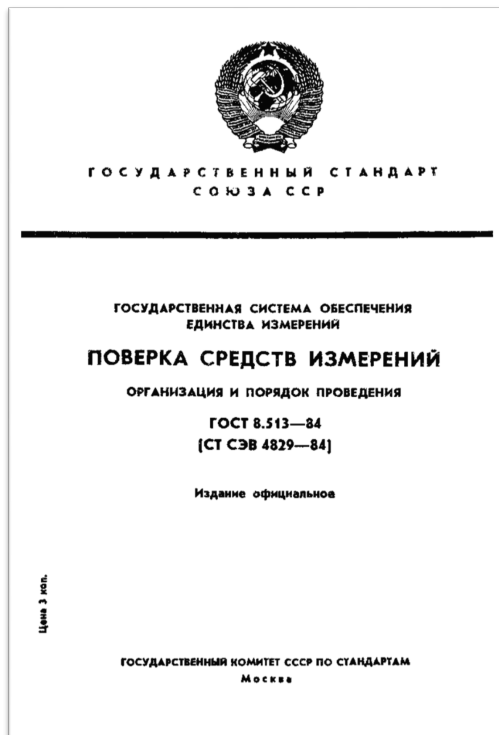


Рис. 3. ГОСТ по поверке СССР

Это может включать изменение требований к точности, внесение новых методов поверки, а также учет новых технологий и материалов. Разработка новых стандартов поверки является важным направлением развития, особенно в области новых технологий и методов поверки. Новые стандарты могут включать новые требования к точности, новые методы поверки, а также новые требования к средствам поверки.

Гармонизация стандартов поверки имеет значение для обеспечения единообразных требований к поверке в различных странах и регионах. Это может включать установление общих требований к точности, согласование методов поверки, унификацию требований к средствам поверки. Использование международных стандартов поверки может быть полезным для обеспечения единообразия в международных отношениях и сотрудничестве. Это может включать использование стандартов, разработанных Международной организацией по стандартизации (ISO) и другими международными организациями.

С развитием новых технологий и улучшением стандартов, автоматическая поверка СИ будет становиться все точнее и надежнее.

Эталоны являются стандартами точности, используемыми для сравнения средств измерений в процессе поверки. Использование точных эталонов повышает точность поверки. Средства поверки

также нуждаются в калибровке для обеспечения точности измерений. Калибровка может проводиться с использованием точных эталонов и автоматизированных систем. Персонал, проводящий поверку, должен быть хорошо подготовлен и обучен правильным методам поверки, чтобы снизить вероятность ошибок. Статистические методы могут использоваться для определения точности поверки и выявления потенциальных проблем с измерительными приборами. Условия поверки, такие как температура и влажность, могут влиять на точность поверки. Поэтому необходимо обеспечивать контроль за условиями поверки. Увеличение точности поверки является важным аспектом обеспечения точности и надежности измерений.

Повышение эффективности и экономичности поверки путем ее автоматизации может значительно сократить время, затрачиваемое на поверку и калибровку СИ, и уменьшить затраты на этот процесс.

Автоматизация поверки средств измерения позволяет повысить эффективность, точность и надежность процесса поверки, что имеет положительный эффект на качество производства и услуг, а также сокращает затраты на обслуживание и калибровку измерительных средств.

#### Список источников

1. *Косушкин П.* Вектор высоких технологий. 2016 № 2 (23).
2. Международный словарь метрологии – основные и общие понятия и связанные с ними термины (VIM). 3-е изд.
3. *Гвоздев В. Д.* Измерения однократные и многократные: критерий ничтожной погрешности // Законодательная и прикладная метрология. 2012. № 2.
4. *Шиммарев В. Ю.* Метрология, стандартизация, сертификация и техническое управление: учебник. М.: Академия, 2016.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
6. Приказ Росстандарта № 506 от 31.12.2018 «Об утверждении правил поверки средств измерений».

УДК 628.147.22

**Д. К. Карапетянц**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

### Введение

В данной статье рассматриваются какие-либо решения по поводу защиты от коррозии самих трубопроводов, рекомендации и сделаны соответствующие выводы.

Целью данной статьи является изучение коррозионного воздействия на системы теплоснабжения и существующих решений по защите от коррозии трубопроводов в тепловых сетях, а также методы борьбы с данным воздействием. Актуальность данной темы – это то, что имеющиеся проблемы тепловых сетей актуальны на сегодняшний день.

Для начала дадим определение «коррозия». Коррозия – это природное разрушение металлов и сплавов, которое вызванное под воздействием химическими, электрохимическими и физико-химическими процессами на их поверхности и под влиянием окружающей среды.

Коррозия трубопроводов представляется одним из главных условий, от которого зависит надежность эксплуатации систем теплоснабжения. Так, существуют всего 2 вида коррозии: внутренняя и внешняя. Самой частой причиной появления внутренней коррозии является пребывание в сетевой воде растворенного кислорода и тем самым кислород в сети попадает уже в основном с подпиточной водой. Коррозия сокращает срок службы тепловых сетей до 10–15 лет, и может составлять приблизительно 30 % от нормативной длительности эксплуатации.

Скорость коррозии прежде всего зависит от концентрации кислорода и быстроты диффузии его к самой поверхности металла. Чем больше растворенного кислорода и выше температура теплоносителя, тем усиленнее походит сам процесс коррозии. Согласно теории максимальная скорость коррозии, которая может происходить при температурах от 70 до 85 °С.

С целью предотвращения внутренней коррозии следует ликвидировать все участки подсоса воздуха, где необходимо сохранять в трубопроводах излишнее давление не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/см<sup>2</sup>) и производить подпитку только водой, которая прошла деаэрацию.

В частности, за водным режимом тепловых сетей следует осуществлять тщательный контроль, тем самым не реже раза в неделю производить анализ проб воды из подающего и обратного трубопроводов.

Так, необходимо выполнять покрытия внутренней поверхности стальных труб специальными антикоррозионными составами или применения других видов сталей. Покрытия выбирают в соответствии с СНиП 41-02–2003 «Тепловые сети».

Рассмотрим ниже в табл. 1 скорость коррозии и соответствующую агрессивность сетевой воды [4].

Таблица 1

### Данные по скорости коррозии и агрессивности сетевой воды

Скорость коррозии индикаторов, мм/год	Агрессивность сетевой воды
0-0,03	Низкая
0,031-0,085	Допустимая
0,0861-0,2	Высокая
Более 0,2	Аварийная

Исходя из табл. 1 можно сказать, что агрессивность воды зависит от того, какая будет скорость в самой коррозии.

В табл. 2 представлена оценка интенсивности внутренней коррозии, которую можно привести по группам интенсивности коррозионного процесса [4].

Таблица 2

**Оценка интенсивности внутренней коррозии**

Группа интенсивности	Скорость коррозии, V мм/год	Интенсивность коррозионного процесса
1	$V < 0,04$	Слабая
2	$0,04 < V <= 0,05$	Средняя
3	$0,05 < V <= 0,20$	Сильная
4	$V > 0,20$	Аварийная

Исходя из табл. 2 можно сказать, интенсивность коррозионного процесса зависит и от группы, смотря какая еще скорость.

Скорость распространения, например, язвенных очаговых повреждений варьируется в пределе 1,4–1,8 мм/год, так как сплошные равномерные повреждения распространяются со скоростью 0,1–0,2 мм/год.

Исследование скоростей коррозии металла по индикаторам коррозии дает возможность подобрать более оптимальный режим химводоподготовки. Наружная коррозия тепловых сетей способна вызывать неким электрохимическим взаимодействием металла труб вместе с влажной тепловой изоляцией. В почвах содержится большое кол-во агрессивных элементов, которые могут вызвать электрохимические реакции и этой коррозии подвергаются бесканальные теплопроводы из стальных труб.

К примеру, один из эффективных способов защиты труб тепловых сетей от наружной коррозии являются конструктивные и эксплуатационные мероприятия: рациональный выбор трассы тепловых сетей и способа прокладки и строительного-изоляционных конструкций и т. д.

Для стальных элементов трубопроводов тепловых сетей (тройник, фланец и др.), кроме того, опорных строительных конструкций под трубопроводы, должны использоваться защитные противокоррозионные покрытия.

Химическая коррозия появляется в следствии влияния на металл различных жидкостей и газов из почвы через изоляцию на поверхности труб.

Электрическую коррозию металла порождает блуждающий электрический потенциал между грунтом и трубопроводом. Источником этих токов считаются трамвайные и электрифицированные железные дороги непрерывного тока. Вследствие чего часть обратных токов по рельсам рассеивается в почве и попадает на сами трубы (рис. 1).

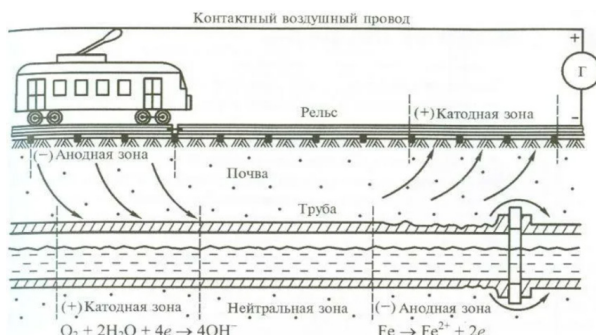


Рис. 1. Схема распространения блуждающих токов

На рис. 1 показаны движения блуждающих токов на трубопроводе, которые наводятся катодная и анодная зоны поляризации. Эти зоны разделяются нейтральной переходной зоной. На катодной зоне трубопровод обладает отрицательный потенциал по отношению к почве, а на анодной зоне, наоборот, положительный. В итоге, коррозия, вызванная электрическим путем, возникает именно в анодной зоне стоков электричества.

Присутствие потребности в прокладке с меньшими расстояниями, например, прокладывая параллельно с рельсовым транспортом, необходимо осуществлять усиленные антикоррозионные покрытия и применять прокладки в каналах, ж/б или в металлических футлярах (рис. 2).

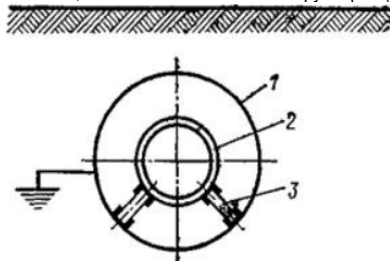


Рис. 2. Схема размещения трубопровода в металлическом футляре:  
1 – футляр; 2 – трубопровод; 3 – диэлектрическая опора

К действующим методам защиты от коррозии причисляются дренажные, катодные и протекторные устройства. Ток из трубопроводов, обладающих увеличенный положительный потенциал сопоставлению с рельсами, проходит по электрической цепи к рельсам.

Протекторная защита заключается в наложении на защищаемых трубах катодной полярности благодаря протекторов, формирующих более значительный плохой потенциал по отношению к грунту (рис. 3).

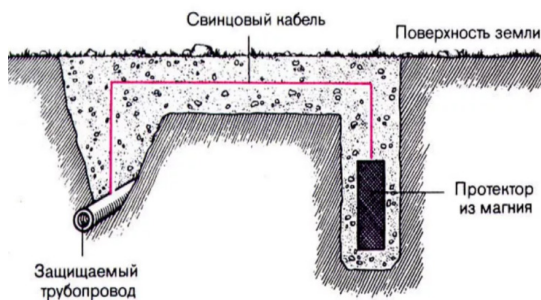


Рис. 3. Схема протекторной защиты трубопроводов

В конечном итоге, как и при катодной защите, ток от протектора, исполняющего роль анода, растекается в грунте, оказываясь на трубы, тем самым направляет на них катодную полярность и под влиянием стоков электричества на теплопроводы разрушается сам протектор.

Существует и другое решение. Внутреннее антикоррозионное покрытие из эпоксидной порошковой краски наносится по всей длине труб, не включая концевых участков, на которые напыляется металлизационное покрытие из хромоникелевого сплава. И при сварке труб в плетть расплав напыленного порошка образует антикоррозионный металлический слой на поверхности сварного шва с дополнительным барьерным слоем из сварочных шлаков и защищает сварное соединение. Таким образом, обеспечивается 100 % защита площади внутренней поверхности трубопровода (рис. 4).

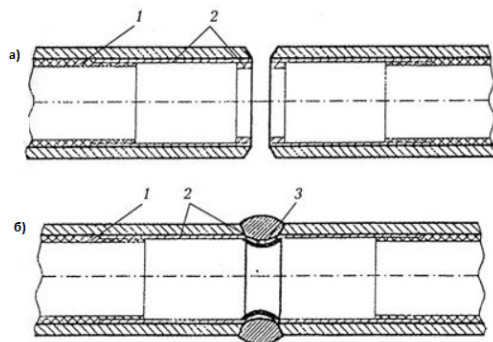


Рис. 4. Конструкция внутреннего полимерного покрытия труб с металлизацией концевых участков нержавеющей сталью: а – до сварки; б – после сварки; 1 – полимерное покрытие; 2 – металлизационное покрытие; 3 – слой сварочных шлаков

На рис. 4 можно видеть конструкцию внутреннего полимерного покрытия труб «до сварки» и «после сварки». Покрытие, обеспечивающее защиту концевых участков труб и сварного шва, предназначено также для труб с другими видами полимерных покрытий, чувствительных к температурному воздействию сварки. Например, если трубопроводы в пенополиуретановой изоляции возрастают, то оно может полностью заменить устаревшую изоляцию из армопенобетона.

Можно сказать, что за счет эффективной и надежной защиты трубопроводов сокращаются финансовые издержки на их обеспечение и содержание. Таким образом, энергетическая отрасль на сегодняшний день пребывает в не очень хорошем положении в особенности трубопроводов. Борьба с коррозией по сей день является одной из важнейших задач в теплотехнике. Так, для того чтобы уменьшить риск коррозии на трубопроводах, необходимо хотя бы наносить специальные антикоррозийные составы на поверхности.

#### Список источников

1. М. В. Кузнецов, В. Ф. Новоселов, П. И. Тузунов // Противокоррозийная защита трубопроводов и резервуаров. М.: Недра, 2016. 238 с.
2. Соколова С. С Использование современных методов борьбы с коррозией теплопроводов как способ повышения надежности систем центрального теплоснабжения // Молодой ученый. 2016. № 4 (108). С. 98–101.
3. Тиханова М. М О методах и способах борьбы с коррозией трубопроводов // Молодой ученый. 2020. № 15 (305). С. 162–164.
4. Шарапов А. А., Родионова И. Г., Бакланова О. Н. Повышение коррозионной стойкости сталей для труб тепловых сетей путем обеспечения чистоты по коррозионно-активным неметаллическим включениям // Новости теплоснабжения. 2005. № 9. С. 41–45.
5. РД 153-34.1-17.465-00 «Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях».
6. Научная электронная библиотека «CyberLeninka». URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 16.02.2023).
7. Файловый архив студента «StudFiles». URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 16.02.2023).



УДК 004.8

**В. Н. Карлюшева**

студентка кафедры прикладной математики

**Г. Н. Дьякова**

кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

## МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА

### Введение

Достижения в области финансовых технологий способствовали появлению новых способов ведения бизнеса в сфере финансовых услуг. Финансовые учреждения, занимающиеся кредитованием, теперь вынуждены предлагать более прозрачные условия и вместе с этим сокращать количество заявок на получение кредита. Это приводит к необходимости улучшения методов, которые используются для принятия решения о предоставлении или отказе в предоставлении кредита. Все более распространенным становится применение методов интеллектуального анализа данных, в частности, алгоритмов машинного обучения.

### Материалы и методы

В [1] было проведено исследование, авторы которого сравнили семь моделей (методов интеллектуального анализа данных), используемых в кредитном скоринге: статистическая модель (метод на основе правил), метод  $k$  ближайших соседей, логистическая регрессия, дискриминантный анализ, наивный байесовский классификатор, нейронные сети и деревья решений. Лучшие результаты продемонстрировали нейронные сети. Краткое описание методов представлено ниже.

Дискриминантный анализ является альтернативой логистической регрессии и основан на предположениях, что для каждого заданного класса независимые переменные распределены как многомерное нормальное распределение с общей дисперсионно-ковариационной матрицей. Цель дискриминантного анализа состоит в том, чтобы максимизировать расстояние между различными группами и минимизировать расстояние внутри каждой группы.

Один из самых ранних методов кредитного скоринга – использование модели на основе правил. В системах оценки кредитного рейтинга каждый узел отображает один или несколько атрибутов в имеющейся базе, полученной на этапе отбора данных. Дерево выбора решает задачу классификации, предсказывая некоторую оценку риска, и при использовании в составе полноценной системы кредитного скоринга может обеспечить высокую производительность, в том числе и в режиме реального времени. На практике применение этого метода сопряжено с большим количеством возможных ошибок прогнозирования.

Основная идея деревьев решений [2] заключается в том, что это метод характеристики, который также приводит к структуре дерева. Каждый конечный узел представляет вывод, а внутренние узлы представляют свойства набора данных (атрибуты). Ветви указывают правила принятия решений. Дерево решений, таким образом, представляет собой древовидный классификатор, в котором тестовые наборы представлены внутренними узлами, результаты тестовых наборов представлены ветвями, а метки классов – конечными узлами. Он работает как с непрерывными, так и с категориальными переменными. Основное отличие от простой модели на основе правил заключается в применении правил к атрибутам из набора данных, в то время как традиционные модели на основе правил игнорируют эти атрибуты.

Наивный байесовский классификатор основан на формуле Байеса для вычисления апостериорной вероятности:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Здесь

- $P(A|B)$  – искомая вероятность того, что объект  $B$  принадлежит классу  $A$
- $P(B|A)$  – вероятность встретить объект  $B$  среди всех объектов класса  $A$
- $P(A)$  – безусловная вероятность встретить объект класса  $A$
- $P(B)$  – безусловная вероятность нахождения объекта  $B$

Метод основан на допущении условной независимости класса, которое утверждает, что влияние значения атрибута на данный класс не зависит от значений других атрибутов. Байесовские классификаторы обеспечивают теоретическое обоснование для других классификаторов, которые явно не используют теорему Байеса. Термин «наивный» описывает подход, не учитывающий взаимозависимости между атрибутами. Основная слабость метода заключается в том, что точность прогнозирования сильно коррелирует с предположением об условной независимости класса. Это предположение упрощает вычисления. Однако на практике могут существовать зависимости между переменными.

Метод  $k$  ближайших соседей (англ.  $k$  Nearest Neighbours) предполагает, что похожие элементы находятся рядом друг с другом. Выбор экземпляра происходит посредством изучения его ближайших соседей. Чтобы предсказать результат нового наблюдения, необходимо оценить ближайшие предыдущие наблюдения. Отклик этой модели основан на значениях соседних наблюдений. Общее описание алгоритма может быть формализовано, если обозначить признак как  $x$  (предиктор, атрибут) и ввести  $y$  для обозначения целевой переменной (также известной как метка, класс), которую необходимо предсказать. Этот метод относится к семейству алгоритмов контролируемого обучения (обучения с учителем). Неформально это означает, что дан размеченный набор данных, состоящий из экземпляров обучающей выборки  $(x, y)$ , и цель состоит в том, чтобы зафиксировать взаимосвязь между  $x$  и  $y$ . Более формально – цель состоит в том, чтобы изучить функцию  $h: X \rightarrow Y$  чтобы для нового, ранее не изученного  $x$ , значение  $h(x)$  могло бы позволить уверенно предсказать соответствующий результат  $y$ .

Целью логистической регрессии является создание наиболее подходящей модели для установления взаимосвязи или зависимости между переменной класса и функциями. Для решения задачи бинарной классификации (используется только два класса) такая модель предсказывает значение от 0 до 1, которое является вероятностью того, что один из этих классов соответствует тому или иному экземпляру. Базовая модель линейной регрессии подходит только для бинарной классификации, но при определенных усилиях ее можно расширить и для многоклассовой. Используемая формула представляет собой линейное выражение, зависящее от переменной  $x$ .

Цель состоит в том, чтобы найти значения  $\theta$  позволяющие для заданного набора значений  $x$  получить верный отклик модели. Гипотеза логистической регрессии – сигмоидальная функция:

$$h = g(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (2)$$

Искусственные нейронные сети (ИНС) используют нелинейные математические уравнения для последовательной разработки значимых отношений между входными и выходными переменными в процессе обучения. Сети обратного распространения применяются для классификации данных. Нейронная сеть с обратным распространением использует топологию с прямой связью и контролируемое обучение. Структура сетей обратного распространения обычно состоит из входного слоя, одного или нескольких скрытых слоев и выходного слоя, каждый из которых состоит из нескольких нейронов. Преимущество ИНС заключается в том, что они могут легко обрабатывать нелинейные и интерактивные эффекты независимых переменных. Однако они не могут привести к простой вероятностной формуле классификации.

Искусственные нейронные сети обычно используются для решения задач, связанных с классификацией. Поскольку слои состоят из нескольких узлов, то количество узлов (нейронов), присутствующих на входном и выходном слоях, зависит от размерности входных данных, в то время как количество нейронов в скрытом слое может меняться в соответствии с используемым подходом для решения задачи. Веса выбираются произвольно для каждого слоя сети. Признаки данных обучающей выборки определяются на информационном слое, а затем передаются на следующий слой. Алгоритм обратного распространения ошибки используется для обновления весов на выходном слое. Предполагается, что выходные веса смогут классифицировать новые данные после завершения обучения.

Простейшей моделью нейронной сети является перцептрон – в его основе лежит алгоритм на основе обучения с учителем, который позволяет нейронам обучаться на экземплярах обучающего набора данных последовательно, обрабатывая по одному экземпляру за раз. Существует два типа перцептронов – однослойные и многослойные. Однослойные перцептроны могут обучаться только линейно разделимым шаблоном, в то время как многослойные перцептроны, или нейронные сети прямого распространения с двумя или более слоями, обладают большей вычислительной мощностью. Правило обучения перцептрона гласит, что алгоритм автоматически изучит оптимальные весовые коэффициенты, затем входные признаки умножаются на эти веса, чтобы определить, срабатывает нейрон или нет. Перцептрон получает несколько входных сигналов, и, если сумма входных сигналов превышает определенный порог, он либо выдает сигнал, либо не возвращает его. В контексте обучения с учителем и классификации этот набор правил можно использовать для прогнозирования того или иного класса в выборке.

Многослойный перцептрон можно рассматривать как классификатор логистической регрессии, в котором входные данные сначала преобразуются с использованием изученного нелинейного преобразования. Такая модель состоит как минимум из трех слоев узлов: входного слоя, скрытого слоя и выходного слоя. За исключением входных узлов, каждый узел представляет собой нейрон, использующий нелинейную функцию активации. Как уже упоминалось ранее, многослойный перцептрон использует метод обучения с учителем, называемый обратным распространением ошибки, для обучения модели. Обучение при помощи метода обратного распространения происходит путем определения ошибки предсказания сети на обучающем наборе по фактическому значению того или иного параметра и распространения этой ошибки в обратном направлении по сети для изменения весов соединений, чтобы лучше согласовать полученный прогноз с правильным выходным значением.

Модели глубокого обучения используют несколько алгоритмов. Ни одна сеть не является идеальной. Конкретные алгоритмы выбираются исходя из условий стоящей задачи. Ниже приведен топ 10 алгоритмов глубокого обучения.

#### 1. Сверточные нейронные сети (англ. Convolutional Neural Networks, CNN).

CNN состоят из нескольких слоев и в основном используются для обработки изображений и обнаружения объектов. Ян Лекун разработал первую CNN в 1988 году и назвал ее LeNet. Сеть использовалась для распознавания символов, таких как почтовые индексы и цифры. Сверточный слой в CNN имеет несколько фильтров для выполнения операции свертки. У CNN также есть слой с функцией активации ReLU. Выходные данные представляют собой модифицированную карту признаков. Эта карта признаков поступает на вход слою пулинга. Пулинг (объединение) – это операция по уменьшению выборки, которая уменьшает размеры карты признаков. Затем слой пулинга преобразует полученные двумерные массивы из объединенной карты признаков в один длинный, непрерывный линейный вектор путем его сведения. Полносвязный слой образуется, когда свedenная матрица из слоя пулинга подается в качестве входных данных. Полносвязный слой завершает каскад слоев сверточной нейронной сети, классифицируя и идентифицируя изображения [3].

#### 2. Сети долгой краткосрочной памяти (англ. Long Short Term Memory Networks, LSTM).

LSTM – это тип рекуррентной нейронной сети (RNN), которая может изучать и запоминать долгосрочные зависимости. Обращение к прошлой информации в течение длительных периодов времени является поведением по умолчанию. LSTM сохраняют информацию с течением времени. Они полезны при прогнозировании временных рядов, потому что запоминают предыдущие входные данные. LSTM имеют цепную структуру, где четыре слоя взаимодействуют уникальным образом.

#### 3. Рекуррентные нейронные сети (англ. Recurrent Neural Networks, RNN).

RNN имеют соединения, которые образуют направленные циклы, позволяющие подавать выходы из LSTM в качестве входов в текущую фазу. Выход из LSTM становится входом в текущую фазу и может запоминать предыдущие входы благодаря своей внутренней памяти. RNN обычно используются для субтитров к изображениям, анализа временных рядов, обработки естественного языка, распознавания рукописного ввода и машинного перевода [4].

#### 4. Генеративные состязательные сети (англ. Generative Adversarial Networks, GAN).

GAN – это генеративные алгоритмы глубокого обучения, которые создают новые экземпляры данных, напоминающие обучающие данные. GAN состоит из двух компонентов: генератора, который

учится генерировать поддельные данные, и дискриминатора, который обучается на этой информации. Использование GAN увеличилось с течением времени. Этот тип сетей можно использовать для улучшения астрономических изображений и моделирования гравитации при исследованиях темной материи. Разработчики видеоигр используют GAN для масштабирования 2D-текстур с низким разрешением в старых видеоиграх, воссоздавая их в разрешении 4K или выше с помощью обучения изображений. GAN помогают генерировать реалистичные изображения и персонажей мультфильмов, создавать фотографии человеческих лиц и визуализировать 3D-объекты.

5. Радиальные базовые функциональные сети (англ. Radial Basis Function Networks, RBFN).

RBFN – это специальные типы нейронных сетей с прямой связью, которые используют радиальные базисные функции в качестве функций активации. Они имеют входной слой, скрытый слой и выходной слой и в основном используются для классификации, регрессии и прогнозирования временных рядов.

6. Многослойные перцептроны (англ. Multilayer Perceptrons, MLP).

Уже упомянутые MLP – отличное место для начала изучения технологии глубокого обучения. MLP относятся к классу нейронных сетей с прямой связью с несколькими слоями перцептронов, которые имеют функции активации. MLP состоят из входного слоя и выходного слоя, которые являются полносвязными. Они имеют одинаковое количество входных и выходных слоев, но могут иметь несколько скрытых слоев и могут использоваться для создания программного обеспечения при распознавании речи, распознавании изображений и машинного перевода.

7. Самоорганизующиеся карты (англ. Self Organizing Maps, SOM).

Профессор Т. Кохонен изобрел SOM, которые позволяют визуализировать данные для уменьшения размеров с помощью самоорганизующихся искусственных нейронных сетей. Визуализация данных пытается решить проблему, заключающуюся в том, что люди не могут легко визуализировать многомерные данные. SOM создавались с целью помочь пользователям понять многомерную информацию.

8. Сети глубоких убеждений (англ. Deep Belief Networks, DBN).

DBN – это генеративные модели, состоящие из нескольких слоев стохастических скрытых переменных. Скрытые переменные имеют двоичные значения и часто называются скрытыми единицами. DBN представляют собой стек машин Больцмана со связями между слоями, и каждый слой RBM взаимодействует как с предыдущим, так и с последующими слоями нейронной сети. DBN используются для распознавания изображений, распознавания видео и данных захвата движения.

9. Машины Больцмана с ограниченным доступом (англ. Restricted Boltzmann Machines, RBM).

Разработанные Д. Хинтоном, RBM представляют собой стохастические нейронные сети, которые могут обучаться на основе распределения вероятностей по набору входных данных.

Этот алгоритм глубокого обучения используется для уменьшения размерности, классификации, регрессии, совместной фильтрации, изучения признаков и моделирования тем. RBM составляют строительные блоки DBN.

RBM состоят из двух слоев:

— видимые единицы;

— скрытые единицы.

Каждый видимый блок связан со всеми скрытыми блоками. У RBM есть блок смещения, который связан со всеми видимыми блоками и скрытыми блоками, и у них нет выходных узлов.

10. Автоэнкодеры.

Автоэнкодеры – это особый тип нейронной сети с прямой связью, в которой вход и выход идентичны. Джеффри Хинтон разработал автоэнкодеры в 1980-х годах для решения задач обучения без учителя. Это обученные нейронные сети, которые копируют данные из входного слоя в выходной.

## Результаты

Глубокое обучение развилось за последние пять лет, и алгоритмы глубокого обучения стали широко популярны во многих отраслях. Алгоритмы глубокого обучения работают практически с любыми видами данных и требуют больших объемов вычислительной мощности и информации для решения сложных задач.

В [5] было проведено исследование анализа риска для клиентов кредитных карт. Сравнились метод опорных векторов, метод  $k$  ближайших соседей, дерево решений и случайный лес с нейронной сетью прямого распространения и долгой краткосрочной памятью. Исследование было проведено для уточнения работы [1]. Было предложено добавить в нейронные сети два важных фактора, – дропаут (исключение случайной доли данных в процессе обучения сети) и долговую краткосрочную память – чтобы найти их влияние на повышение точности, а также решить проблему переобучения. Авторы использовали тот же набор данных, что и в [1], и 30 000 экземпляров (записей в наборе данных) были случайным образом перемешаны, после чего были выбраны 10 000 экземпляров. Всего 8500 из них использовались в качестве обучающего набора, а остальные 1500 использовались в качестве тестового.

Из традиционных методов машинного обучения, таких как метод опорных векторов,  $k$  ближайших соседей, дерево решений и случайный лес, наибольшая точность прогноза 0,8040 была достигнута с помощью методов опорных векторов. С другой стороны, точность нейронных сетей составила 0,8246, и в этом исследовании нейронные сети превосходили другие методы. Авторы также отметили, что для нейронных сетей прямого распространения использование дропаута может повысить производительность, особенно когда количество нейронов на слой велико. В то же время оговаривается, что для долгой краткосрочной памяти использование дропаута не приводит к какой-либо существенной разнице в точности.

В [6] были рассмотрены некоторые модификации, которые можно было бы внести в кредитный скоринг. В этом исследовании использовался 41 метод классификации для 8 наборов данных кредитного скоринга. Здесь основное внимание уделялось данным, методам классификации и показателям, используемым для оценки эффективности методов классификации. Авторы проанализировали популярные исследования кредитного скоринга в хронологическом порядке и обнаружили три важные области, для которых требуются улучшения:

Тип наборов кредитных данных. Было обнаружено, что в большинстве проанализированных исследований использовалось меньшее количество наборов данных. Был сделан вывод, что использование нескольких наборов данных облегчает изучение устойчивости оценок к условиям окружающей среды, поэтому использовались несколько наборов данных.

Выбранные алгоритмы классификации. Авторы обнаружили, что количество используемых методов классификации значительно различалось в каждом исследовании. Поэтому было предложено провести крупномасштабное сравнение нескольких известных и новых алгоритмов классификации, включая методы выборочного ансамбля.

Показатели, используемые для оценки эффективности. Кроме того, было отмечено, что в большинстве исследований используется один показатель эффективности или показатели одного и того же типа. Было обнаружено лишь несколько исследований, в которых смешивались метрики для оценки моделей из разных категорий. При этом во всех из них упускается важный аспект эффективности системы показателей, поскольку финансовые учреждения требуют, чтобы оценки были не только точными, но и хорошо объясненными. В результате авторы предложили использовать концептуально разные критерии эффективности. В исследовании было использовано несколько показателей для измерения предиктивной точности моделей, включая долю верных откликов модели (ассигасу), точность (precision) и полноту (recall).

Таким образом, обнаружение знаний в базах и наборах данных является важным процессом, который необходимо использовать для решения прикладных задач. Внедрение искусственного интеллекта позволило решить ряд сложнейших задач. В частности, технология ИИ сочетает в себе свои преимущества и работу по защите финансовой безопасности, улучшая уровень технологии кредитного скоринга, повышая точность методов обнаружения неплатежеспособных клиентов и улучшая систему анализа кредитного риска. Методы искусственного интеллекта позволяют вывести кредитный скоринг на новый уровень.

### Обсуждение

Методы интеллектуального анализа данных и машинного обучения, являющиеся областями искусственного интеллекта, позволяют анализировать и обнаруживать закономерности в больших наборах данных и впоследствии производить соответствующие выводы, изучая имеющиеся взаимосвязи и

тенденции в данных. Существует несколько методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения, которые можно использовать не только для прогнозирования кредитного скоринга, но и для анализа кредитного риска заявок потенциальных клиентов в режиме реального времени. В случае выявления некредитоспособных клиентов эти методы решают задачу бинарной классификации, тем самым позволяя лицам, принимающим решения, разработать соответствующие стратегии для уменьшения негативного воздействия высокого кредитного риска для организаций-кредиторов.

#### Список источников

1. *Lien C., Yeh I.* The comparisons of data mining techniques for the predictive accuracy of probability of default of credit card clients // *Expert Systems with Applications*. 2009. P. 36 (2):2473–2480.
2. *Breiman L.* Random Forests // *Machine Learning*. 2001. P. 5–32.
3. *Балов Б.* Сверточные нейронные сети с нуля. URL: <https://medium.com/@balovbohdan/сверточные-нейронные-сети-с-нуля-4d5a1f0f87ec/> (дата обращения: 20.10.2022).
4. *Кустиков В.* Рекуррентные нейронные сети. URL: [http://hpc-education.unn.ru/files/courses/intel-neon-course/Rus/Lectures/Presentations/7\\_RNN.pdf](http://hpc-education.unn.ru/files/courses/intel-neon-course/Rus/Lectures/Presentations/7_RNN.pdf) (дата обращения: 24.12.2022).
5. *Liu R.* Machine learning approaches to predict default of credit card clients // *Modern Economy*. 2018. P. 1828–1838.
6. Benchmarking state-of-the-art classification algorithms for credit scoring: An update of research / S. Lessmann, B. Baesens, S. Hsin-Vonn, T. Lyn // *European Journal of Operational Research*. 2015. P.127–156.

УДК 001.891.574

**И. А. Колбинцев**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Т. П. Мишура**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## УЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ТРАССОВОМ АВТОМОДЕЛИРОВАНИИ

### Введение

В работе представлены эксплуатационные требования к трассовой модели, а также к устройствам ее управления для последующей опытной реализации.

Что такое моделирование? Большинство под этим понятием подразумевает процесс создания какого-либо объекта (системы) в САПР, или же непосредственно ручным трудом. Этим объектом может быть любая технология, как в области гражданской промышленности, так и военной, начиная от гражданского автомобиля и заканчивая летательными аппаратами и пилотажно-навигационными комплексами нового поколения [1], [2].

И хотя зачастую процессы моделирования связаны с промышленностью, существуют и спортивные дисциплины, где моделирование как таковое является основополагающим элементом.

Сегодня речь пойдет о спортивном техническом направлении, которое является упрощенной версией мирового автоспорта. Вместо гоночных болидов здесь представлены уменьшенные в определенном масштабе радиоуправляемые модели (рис. 1).

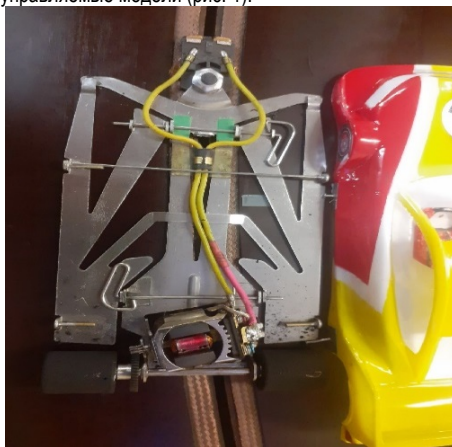


Рис. 1. Модель класса Prodigy

Со временем сообщество моделлистов росло, и развлечение переросло в полноценную спортивную дисциплину со своим регламентом, производителями шасси, двигателей, резины и прочих компонентов модели. Сейчас она развита во многих странах Европы, таких как Италия, Латвия, Литва, Чехия, а также в Бразилии, Канаде, и США.

### Модель. Особенности конструкции

#### 1. Шасси

Шасси представляет собой металлическую конструкцию в уменьшенном масштабе. Все размеры, а также материал изготовления зависит от класса самой модели. Передняя пара колес заменена

специальными опорами, также выполненными из металла; задняя (приводящая) пара также является уменьшенной (упрощенной) копией колесной пары гоночного болида – металлическая ось с закрепленными на ней дисками, выполненными из пластика или магния. Спереди находится место крепления устройства, снимающего ток для питания силовой установки. Все шасси предусматривают заднемоторную компоновку.

## 2. Силовая установка

Силовая установка трассовой модели – двигатель постоянного тока, действие которого основано на явлении электромагнитной индукции. Подводимый к коллектору постоянный ток посредством графитовых щеток проходит через обмотку возбуждения, наводя ЭДС. Вследствие взаимодействия магнитных полей статора и ротора у последнего создается момент, приводящий к вращению.

Вращающий момент передается на заднюю ось посредством редуктора (демультипликатора): на валу электрической машины закреплена металлическая (оловянная или стальная с антикислотным покрытием) трибка. Крепление подразумевает либо припаивание, либо напрессовку.

Шестерня на приводящей оси, которой и передается крутящий момент, изготавливается из пластика различной жесткости, который выбирается при сборке модели. Втулка выполнена из дюралюминия [3].

Обслуживание силовой установки – одна из важнейших частей в подготовке модели. Оно включает в себя перебор щеточного узла (производится замена изношенного графитового материала), переконструировку ротора, проточку коллектора, проверку износа переднего и заднего подшипников и возможную их замену, а также намагничивание статора ввиду того, что ферромагниты, установленные в его стальном корпусе, подвержены влиянию температурного фактора и достаточно быстро ослабевают (заметно снижается сила магнитного поля).

## 3. Кузов

Кузов модели – приближенная копия кузова болида-прототипа, выполняемая из тонкого слоя лексана, поликарбонатного материала. Вид определяется классом самой модели.

Согласно регламента окраска должна быть минимум двухцветной, а остекление – прозрачным. Также должны выделяться передние и задние фары. Для снижения механических повреждений от ударных нагрузок производится увеличение жесткости кузова в местах, где внешнее воздействие наиболее вероятно (например, заднее антикрыло).

### Классы моделей

На всех крупных мировых и национальных первенствах присутствуют следующие основные классы моделей:

- Production-24;
- Production-32;
- Sp-32;
- Sp-24;
- F1-32.

Production-24 и Production-32 представляют собой уменьшенные в 24 и 32 раза соответственно копии классов ныне существующих гоночных болидов с закрытым кузовом, участвующих в чемпионатах по ралли и шоссейно-кольцевым автогонкам (DTM, NASCAR, GT3, GT2, GT1). Особенностью является минимальное среди всех классов моделей количество допустимых доработок силовой установки.

Шасси Production-24 представляет собой две цельные стальные пластины толщиной 0.9 мм, скрепленные посредством специальных торсионов.

Шасси Production-32, в отличие от предыдущего класса, имеет 3 подвижные составляющие, а также увеличенную площадь. В обоих случаях в качестве материала изготовления используется сталь.

Sp-32 и Sp-24 основаны на прототипах классов LMP1 и LMP2 и также уменьшены в соответствующем масштабе. Шасси по конструкции в целом сходно с предыдущими, однако по большей части представляет собой множество соединенных между собой тонких металлических струн, выполняющих



функцию опоры при входе модели в поворот. Их расположение проектируется исходя из профиля гоночного трека.

Класс F1-32 – все та же уменьшенная в 32 раза копия гоночного болида Формулы-1. Шасси представляет собой две латунные пластины, соединенные стальными струнами; предусматривается и наличие передней колесной пары, увеличивающей устойчивость модели.

### **Контроллер**

Контроллер (пульт) – устройство управления трассовой моделью, обладающее переменным сопротивлением, регулируемым с помощью специального курка. Значение величины задается самим пилотом в соответствии с профилем трассы и таким образом, чтобы модель проходила каждый из секторов трека со скоростью, необходимой для поддержания заданного темпа.

В конструкции выделяются две основные составляющие:

- плата, закрепленная в пластиковом корпусе, который находится непосредственно в руке пилота;
- металлический блок с силовой частью электрической схемы, отвечающий за преобразование напряжения для возможности дальнейших регулировок.

Выделяют следующие три основных регулируемых параметра модели, присутствующие в каждом контроллере:

- начальная скорость;
- максимальная скорость;
- тормозной путь.

Первые два регулируются делителем напряжения – чем меньше сопротивление элемента, тем больше сам параметр. Тормозной путь регулируется реостатом и также возрастает с уменьшением его сопротивления.

### **Заключение**

В соответствии с рассмотренными выше эксплуатационными требованиями к трассовой модели был собран опытный образец (рис. 1). Результаты соревнования «Всероссийское первенство по трассовым моделям», которые состоялись осенью 2022 года, показали, что разработанная модель соответствует всем эксплуатационным характеристикам, предъявляемым к данному классу. Поэтому можно считать, что моделирование и реализация модели выполнена на высоком техническом уровне.

### **Список источников**

1. И снова трасса. URL: <https://modelist-konstruktor.com/v-mire-modelej/i-snova-trassa?ysclid=lctksgobt96227885> (дата обращения: 12.01.2023).
2. Трассовый моделизм. URL: <https://gnezdoparanoika.ru/stati/5244-trassovyy-modelizm.html> (дата обращения: 12.01.2023).
3. Коллекторный двигатель постоянного тока для моделей. URL: <https://lemzspb.ru/kollektornyy-dvigatel-postoyannogo-toka-dlya-modelej/?ysclid=lctf9icccx951012720> (дата обращения: 12.01.2023).

УДК 641.642.8

**Ю. А. Копыльцов**

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОРОВ МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Нефтепереработка и связанные с нею отрасли являются значимой частью человеческой жизнедеятельности, обеспечивая людей большим количеством постоянно используемых материалов: от разнообразных горюче-смазочных материалов (ГСМ) до косметических средств и лекарственных препаратов. Иными словами, перечень изделий, для производства которых требуются те или иные нефтепродукты весьма широк и значимость этих изделий для жизни современного человека трудно переоценить. Для потребителя одним из наиболее важных областей нефтяной промышленности является производство моторных топлив – все мы ездим на машинах, автобусах, летаем самолетами и т. д. К качеству современных моторных топлив предъявляются серьезные требования<sup>4</sup>. Его контроль и обеспечение основаны на определении их состава и свойств (показателей), перечень которых определяется соответствующим техническим условиям (ТУ) на продукт, в котором определены: перечень показателей, диапазоны их допустимых значений, методы анализа, арбитражные методы и др. Для определения этих показателей используются стандартизированные методики испытаний и средства измерений, принцип действия которых основан на классической физике и химии, для которых установлены метрологические характеристики (МХ). Помимо точности для практики важны другие качества аналитической информации в соответствии с ГОСТ 8.820-2013:

— достоверность – свойство измерительной информации – быть правильно воспринятой и однозначно интерпретированной для принятия управляющих решений;

— своевременность – свойство измерительной информации, которое состоит в том, что она поступает в момент, обеспечивающий время, необходимое для принятия и реализации управляющего решения;

— актуальность – свойство измерительной информации, определяющее ее важность, значительность в момент принятия управляющего решения. своевременность и стоимость. Этим требованиям отвечает экспресс-контроль.

Перечисленными свойствами в полной мере обладают экспресс-анализаторы моторных топлив (ЭА). Прорывной технологией в области экспресс-контроля качества моторных топлив стало применение инфракрасных (NIR) анализаторов в ближней и средней области спектра. Принцип действия таких анализаторов основан на измерении поглощения анализируемой пробой инфракрасного излучения, после чего полученный спектр поглощения исследуемой пробой сравнивается со спектрами углеводородов, хранимых в памяти анализатора, и обрабатывается с помощью многомерной математической модели и сравнения с аналогично обработанными спектрами в градуировочной базе с целью поиска максимально подобных. Если у метрологов к точности таких анализаторов имеются вопросы, то для потребителей аналитической информации (аналитики, специалисты в области технологии и логистики нефтепродуктов) перечисленные выше качества аналитической информации оказываются решающими качествами аналитической информации, порождая высокий спрос на рынке аналитических инструментов. Линейка разных моделей NIR-анализаторов показана на рис. 1.

<sup>4</sup> В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015: «Качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям».



Рис. 1. ИК-анализаторы нефтепродуктов разных торговых марок

Применение NIR-анализаторов для определения состава – традиционное направление их использования, успех которого определяется наличием в спектре «характеристических» полос поглощения, отличающихся строго определенной частотой и интенсивностью в пересчете на единицу массы компонента, в качестве градуировочной выступает в большинстве случаев прямолинейная регрессионная зависимость. Гораздо сложнее обстоит дело с определением свойств. Для свойств, которые преобладают в технических условиях (детонационные характеристики, температуры вспышки, фракционный состав, вязкость и др.), в принципе не может быть «характеристических» полос поглощения. Задача получила практическое решение с появлением мощных портативных компьютеров и промышленных микропроцессоров, которые позволили реализовать принципы многомерной математики в инструментальной оболочке. Схематично процесс можно характеризовать, как нахождение «виртуального спектрального портрета» градуировочного образца. Оценка показателя для неизвестной пробы осуществляется путем сопоставления его «портрета» с имеющимся в градуировочной базе набором с известными значениями показателя. То есть действует правило подобия: образцы с близкими ИК-спектрами скорее всего будут иметь сходные характеристика качества.

При испытаниях метролог, а главное, пользователь, пожелавший оценить достоверность полученной аналитической информации, оказываются в ситуации, когда на вход поступает проба, а на выходе выдается некий результат, который по сути является прогнозом. Далеко не всегда разница между аттестованным и полученным значениями окажется значимой характеристикой точности<sup>5</sup>. Характерная ситуация – отсутствие в градуировочной базе образцов похожих на испытуемое топливо, например, вследствие изменения сырья или рецептуры топлива – значительно повышает риск неточного прогноза. Возникает альтернатива: рассматривать анализатор, как анализатор состава и привязывать его метрологические характеристики к маркерам в виде стандартных образцов (СО) и растворов чистых веществ, или искать способы получения генерализованных оценок метрологических характеристик (МХ) при анализе свойств независимо от полноты градуировочной базы.

В первом случае удобным веществом в случае нефтепродуктов является бензол, для которого имеется ГСО 7141-95 «Стандартный образец состава бензола» с подтвержденной прослеживаемостью, что позволяет использовать его в целях проведения испытаний и поверки. С точки зрения спектроскопии, это оптимальное решение: его ИК-спектр имеет характеристические полосы поглощения, не перекрывающиеся со спектрами матрицы. Дополнительный плюс: определение бензола на основе ИК-спектроскопии является единственной официально допущенной для оценки состава нефтепродуктов методикой. В табл. 1 приведены результаты определения объемной доли бензола в контрольных растворах, приготовленных из ГСО 7141-95 в растворителе (гептан или изооктан) на четырех анализаторах типа Eraspec.

<sup>5</sup> Для пользователя ситуация трансформируется в оценку вероятности совпадений в заданных пределах со значениями, которые могут быть получены по стандартизированному методу.

**Результаты измерения объемной доли бензола в различных матрицах**

№	Наименование показателя	Расчетное значение	Результаты измерений								
			Анализатор № 1	Анализатор № 2	Анализатор № 3	Анализатор № 4					
1	Объемная доля бензола в контрольном растворе, %	0,20	0,21	0,23	0,22	0,23					
		0,50	0,53	0,54	0,54	0,51					
		1,00	1,11	1,09	1,04	0,98					
		2,00	2,07	2,10	2,09	2,03					
2	Объемная доля бензола в нефтепродукте, % - реактивное топливо - дизельное топливо	1,00	1,06	1,03	1,02	0,95					
							1,00	1,08	1,05	1,04	0,97

Из табл. 1 видно, что все представленные анализаторы дают удовлетворительные результаты по контрольным образцам; добавление бензола в матрицы, которые его не содержат (реактивное и дизельное топлива), не ухудшает результаты измерений. Удачное расположение характеристических полос бензола относительно спектров матриц растворителей создает дополнительное удобство: результаты контроля по растворам бензола в матрицах реактивного или дизельного топлива также дают результаты очень близкие к матрице изооктана.

Но для аналитиков и потребителей экспресс-информации количество бензола не является определяющей характеристикой так как она нормирована только в автомобильных бензинах. В дизельном топливе и керосинах он отсутствует по определению. Мы переходим к необходимости работать с анализатором как с анализом свойств. В табл. 2 приведен пример прогноза показателей свойств для образца реактивного топлива ГСО 10483-2014, из которого видны особенности применения ИТ в аналитике.

**Результаты определения свойств реактивного топлива в ГСО 10483-2014 в условиях воспроизводимости (среднее из двух результатов измерений)**

№	Наименование показателя, ед изм.	Паспорт ГСО 10483-2014	Анализатор № 1	Анализатор № 2	Анализатор № 3	Анализатор № 4
1	Температура застывания, °С	Минус 62,0	Минус 56,3	Минус 57,2	Минус 60,0	Минус 60,0
2	Температура вспышки, °С	37,3	37,9	38,2	36,0	36,1
3	Вязкость при 20 °С	1,393	1,836	2,129	1,428	1,425
4	Температура начала кипения, °С	140,0	140,0	142,7	138,1	138,2
5	Температура 10 % отгона, °С	158,1	162,8	162,4	156,0	156,1

№	Наименование показателя, ед изм.	Паспорт ГСО 10483-2014	Анализатор № 1	Анализатор № 2	Анализатор № 3	Анализатор № 4
6	Температура 50 % отгона, °С	182,5	189,9	188,5	182,1	182,3
7	Температура 90 % отгона, °С	215,5	227,2	223,2	209,0	209,4
8	Температура конца кипения, °С	236,4	249,6	230,6	223,3	223,4
9	Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,7820	0,7844	0,7842	0,7815	0,7842

При подтверждении МХ анализаторов возникает вопрос полноты градуировочной базы, которая решающим образом определяет достоверность прогноза: анализаторы № 3 и 4 очевидно градуированы по одному набору образцов топлив, отсюда удивительно малая разница между результатами (отличная воспроизводимость); анализаторы № 1 и 2 градуированы по другим наборам образцов, соответственно результаты существенно отличаются, а воспроизводимость намного хуже. Можно ли на основании одного-двух СО судить о точности конкретного анализатора; верно ли утверждение: «Анализатор № 2 – наименее точный из представленной выборки»? Для широкой выборки проб оно, скорее всего, ложное; в градуировочной базе № 2 не нашлось образца с ИК-спектром близким к ГСО 10483-2014 и правило подобия работает плохо<sup>6</sup>. Это не упущение производителя и не порок анализатора, если в практике пользователя не встречается подобных рецептов.

Классическая метрологическая категория «повторяемость в условиях воспроизводимости» в случае ИТ-технологий расплывается, так как сравниваются анализаторы с разной градуировочной базой и различной историей ее дополнения («обучения» программы). По аналогии: некорректно сравнивать результаты опытного оператора и новичка, так как категории повторяемости и воспроизводимости включают требование тщательного освоения методики. То же касается полноты градуировочной базы. Для рассматриваемой аналитической ИТ-технологии выпадение некоторых рецептов топлив критически снижает достоверность прогноза, создавая для пользователя состояние неуверенности в заключениях. Логические трудности назначения новых нормативов погрешности определения свойств – еще один аргумент метрологов в пользу отказа от использования показателей свойств для проверки анализаторов. Однако для пользователя важна и интересна точность прогноза именно показателей свойств.

Ситуация стала меняться в этом направлении с введением в ПО анализаторов функции доступа пользователя к градуировочной базе данных и возможности ее дополнения образцами с новыми рецептурами («обучения»)<sup>7</sup>. Со стороны метрологов последовала осторожная попытка ввести в перечень контролируемых показателей критичные для практики показатели свойств, прежде всего детонационной стойкости (октановые и цетановые числа). В табл. 3 приведены результаты испытаний двух анализаторов MINISCAN, градуированных по дизельным топливам.

В целом, прогноз нельзя назвать точным, плюс плохая воспроизводимость результатов (большая разница между результатами на различных анализаторах). Выше мы обсуждали наиболее вероятную причину – отсутствие в градуировочной базе похожих по рецептуре и ИК-спектрам образцов, которые, по-видимому, в практической работе конкретных пользователей не встречаются и потому им не нужны. Программа позволяет ввести СО в базу данных, что автоматически приведет к улучшению прогноза, но при проверке это делать не рекомендуется, так как образцы для валидации не должны входить в базовый градуировочный набор.

В табл. 4 приведены результаты прогноза показателей качества для трех партий стандартного образца состава и свойств бензина автомобильного ГСО 9495-2009, соответствующих бензинам с октановыми числами (ОЧ) по исследовательскому методу 98, 95 и 92, полученные на анализаторе MINISCAN.

<sup>6</sup> Достаточно дополнить базу этим ГСО и точность прогноза значительно возрастет («обучение»).

<sup>7</sup> Шаг достаточно рискованный из-за недостатка квалификации и возможности бесконтрольно манипулировать базой данных.

**Результаты прогноза свойств дизельного топлива ГСО 9493-2009 на NIR-анализаторах в условиях воспроизводимости (среднее из двух результатов измерений). Курсивом выделена строка показателя, по которому определяется результат поверки**

№	Наименование показателя, ед изм. *)	Паспорт ГСО 9493-2009	№ 1	№ 2
1	<i>Цетановое число</i>	48,7	51,4	52,1
2	Температура предельной фильтруемости, °С	Минус 42,7	Минус 46,0	Минус 9,9
4	Температура начала кипения, °С	153,9	188,9	195,8
5	Температура 10 % отгона, °С	181,9	162,8	162,4
6	Температура 50 % отгона, °С	224,2	255,1	264,0
7	Температура 90 % отгона, °С	321,9	351,5	357,0
8	Температура конца кипения, °С	344,7	358,0	368,1

\*) Примечание: Из паспорта ГСО 9493-2009 взяты показатели, представленные в градуировочной базе данных анализаторов.

Таблица 4

**Результаты прогноза свойств бензина ГСО 9495-2009 на NIR-анализаторе MINISCAN IRExpert (среднее из двух результатов измерений). Курсивом выделены строки показателя, по которому определяется результат поверки**

№	Наименование показателя, ед изм. *)	ГСО 9495, п 150		ГСО 9495, п 136-1		ГСО 9495, п.149	
		Атт. знач	Рез-т	Атт. знач	Рез-т	Атт. знач	Рез-т
1	<i>Октановое число, исслед. метод</i>	98,6	98,0	95,3	92,9	92,1	94,8
2	<i>Октановое число, моторный метод</i>	88,3	87,6	85,5	84,6	84,0	84,4
3	<i>Бензол, % об</i>	0,25	0,36	0,66	0,68	0,63	0,59
4	<i>Толуол % масс</i>	-	9,13	-	6,07	-	10,41
5	Температура перегонки 10 % фракции, °С	44,9	47,1	46,9	57,5	54,4	49,1
6	Температура перегонки 50 % фракции, °С	89,7	96,2	102,0	106,5	101,0	96,6
7	Температура перегонки 90 % фракции, °С	157,9	144,0	167,5	164,0	149,8	143,7
8	Давление насыщенных паров, кПа	76,5	65,2	75,5	64,39	63,4	73,76

В целом, наблюдается знакомая картина для случая неизвестного образца: прогнозы фракционного состава и давления насыщенных паров неточны. Значительно лучше прогноз по детонационным свойствам и содержанию бензола, за исключением высокооктанового топлива (п.150), где оно сильно завышено. Это закономерно с точки зрения спектрометрии: на рис. 2 приведены ИК-спектры этого бензина, бензола и толуола. Из данных табл. 3 очевидно, что содержание толуола в десятки раз выше, чем бензола, то есть сильные спектральные помехи неизбежны. В остальных случаях соотношение бензол/толуол благоприятнее для фотометрирования и отклонение от аттестованного значения соответствует нормативам точности.

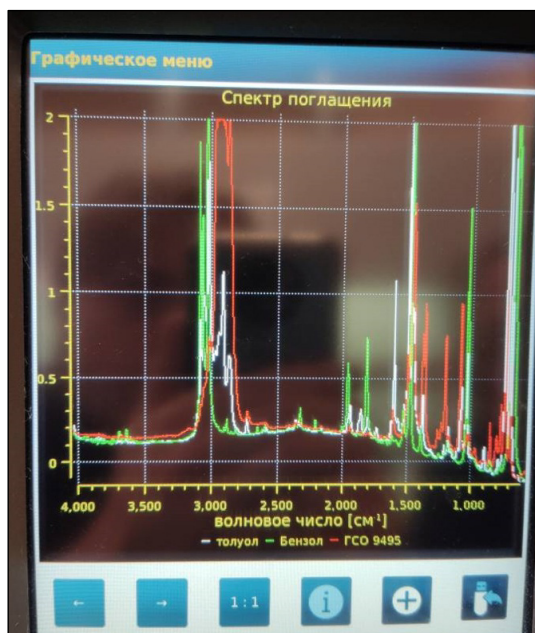


Рис. 2. ИК-спектры толуола (белый), бензина (красный) и бензола (зеленый)

Результаты проведенных испытаний говорят о странной, нелогичной ситуации. С одной стороны, мы убедились в том, что имеется риск недостоверного прогноза свойств анализируемого образца, если градуировочная база не содержит похожего ИК-спектра. То есть пользователь, у которого, в отличие от нашего эксперимента, нет аттестованных значений показателей, вынужден сомневаться и с большой осторожностью трактовать и использовать полученный прогноз.

С другой стороны, анализаторы очень популярны и, по отзывам пользователей, чрезвычайно полезны при работе на рынке нефтепродуктов<sup>8</sup>. Данная задача не имеет решения в формате принятых метрологических подходов, для этого ее необходимо реформировать. Экспресс-анализаторы в нефтехимии не отвечают стандартным методикам испытаний, не могут быть использованы для паспортизации продукции<sup>9</sup>. Но обоснованное управляющее решение по защите от суррогатного топлива или при мониторинге технологического процесса производства и транспортирования принимается не столько на основе полученных количественных характеристик, сколько на основе анализа подозрительных тенденций или подозрительной совокупности характеристик<sup>10</sup>. В этом случае данные анализаторы полностью отвечают перечисленным выше свойствам аналитической информации, в первую очередь своевременности и актуальности. Быстрое и дешевое отражение таких тенденций и ситуаций –

<sup>8</sup> По информации пользователей нередки случаи, когда продавцы подозрительной партии топлива снимали свое предложение, как только им предлагали тестирование на экспресс-анализаторе.

<sup>9</sup> В этом случае возникает законный вопрос: зачем их тип утверждать? Это определяется правилами игры на рынке аналитических инструментов: к тендерам на закупки допускаются средства измерений утвержденного типа. Поэтому производители безусловно требуют сертификации.

<sup>10</sup> Например, в процессе работы с постоянным поставщиком наблюдаются резкие скачки данных анализатора или, наоборот, плавное изменение в худшую сторону. Ситуация требует прояснения: при транспортировке происходят случайная порча топлива или его рецептура изменилась, или происходит сброс суррогатных компонентов.

неоспоримое преимущество экспресс-анализаторов. В этом ключе для бизнеса, работающего на рынке нефтепродуктов, оценки чувствительности анализатора к изменению рецептуры (в особенности не-санкционированному – производство суррогатных топлив) важнее оценок точности.

#### Список источников

1. ГОСТ Р 57986-2017. Композиты полимерные. Инфракрасная спектроскопия. Качественный анализ в ближней области инфракрасного спектра.
2. *Копыльцова А. Б., Тарасов Б. П.* Современный тренд контроля качества: быстро и дешево // Контроль качества продукции. 2019. № 6. С. 13–24.
3. ГОСТ 31871-2012. Бензины автомобильные и авиационные. Определение бензола методом инфракрасной спектроскопии.
4. ГОСТ 8.820-2013. ГСИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
5. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФГИС «Аршин»). URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/19/items/390270>.



УДК 519.14

**Д. Р. Котин**

студент, специальность «Программная инженерия»

**Д. А. Хорошева**

студентка СПбГТУ, специальность «Бизнес-информатика»

**В. Н. Ассаул**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## СУММИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН

### Введение

Случайные величины встречаются в самых различных областях человеческой деятельности. Их совместное действие может быть весьма причудливым. В точных науках, технических приложениях, а также в биологии, гуманитарных исследованиях крайне важно научиться определять результаты их совместного действия. Вот почему учет суперпозиции случайных величин и их суммирование необходимо для получения количественных и качественных результатов везде, где применяют математические методы анализа случайных явлений.

### Материалы и методы

При моделировании процессов со случайными составляющими возникает необходимость сложения случайных величин, одинаково или по-разному распределенных. Определить при этом закон распределения случайных слагаемых непрерывного типа позволяет правило свертки [1]–[3], предполагающее вычисление следующего интеграла для плотности распределения суммы  $X$  случайных величин  $X_1$  и  $X_2$  с плотностями  $p_1(x)$  и  $p_2(x)$ :

$$p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t, x-t) dt \quad , (1)$$

где  $f(x, y)$  есть плотность совместного распределения случайных величин  $X_1$  и  $X_2$ . В случае их независимости плотность суммы приобретает вид:

$$p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} p_1(t)p_2(x-t) dt \quad (2)$$

Для случайных величин дискретного типа интегрирование заменяется суммированием, в случае независимости случайных величин плотность совместного распределения выглядит следующим образом:

$$P(X = x) = \sum_z P(X_1 = z)P(X_2 = x - z), \quad (3)$$

где суммирование ведется по тем значениям  $z$ , для которых  $x-z$  принадлежит множеству значений случайной величины  $X_2$ .

Если случайные величины  $X_1$  и  $X_2$  распределены одинаково, формулы (2) и (3) приобретают вид:

$$p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} p_1(t)p_1(x-t) dt; \quad (4)$$

$$P(X = x) = \sum_z P(X_1 = z)P(X_1 = x - z). \quad (5)$$

Даже в случае одинаково распределенных случайных величин операция суммирования в случае большого числа слагаемых становится весьма громоздкой, так как приходится считать кратные интегралы и суммы. К счастью, предельные теоремы теории вероятностей избавляют от этой трудоемкой работы, поскольку суммы большого числа случайных слагаемых, как правило, распределены по нормальному закону [2]–[4]. Это фундаментальное свойство доказывается теоретически тем не менее выглядит весьма удивительным для непосвященного человека.

Поэтому с методической точки зрения представляется весьма интересным продемонстрировать студентам, изучающим курс теории вероятностей, как реализуется сходимость суммы случайных величин к нормальному закону распределения.

Рассмотрим сначала пример суммирования двух случайных величин, распределенных равномерно на отрезке  $[0, 1]$ :

$$p_1(x) = \begin{cases} 1, x \in [0, 1] \\ 0, x \notin [0, 1]. \end{cases}$$

$$p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} p_1(t)p_1(x-t)dt = \begin{cases} x, x \in [0, 1] \\ 0 \\ 1 \\ 2-x, x \in [1, 2] \\ x-1 \end{cases} \quad (6)$$

Графики плотностей  $p_1(x)$  и  $p(x)$  представлены на рис. 1. Если теперь сложить три такие случайные величины, то в интеграле (4) вместо  $p_1(x)$  появится плотность  $p(x)$  из формулы (6):

$$p(x) = \int_{-\infty}^{\infty} p_1(x-t)p(t)dt.$$

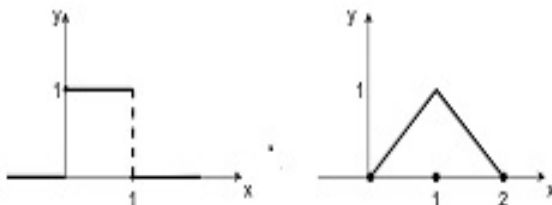


Рис. 1. Графики плотностей  $p_1(x)$  и  $p(x)$

Отличной от нуля подынтегральная функция будет только при  $x-1 \leq t \leq x$ , поэтому свертка рассчитывается по-разному для  $x \in [0, 1]$ ,  $[1, 2]$  и  $[2, 3]$ :

$$p(x) = \int_0^x t dt = \frac{x^2}{2}, x \in [0, 1],$$

$$p(x) = \int_{x-1}^1 t dt + \int_1^x (2-t) dt = -x^2 + 3x - \frac{3}{2}, x \in [1, 2], \quad (7)$$

$$p(x) = \int_{x-1}^2 (2-t) t dt = x^2 - 3x + \frac{9}{2}, x \in [2, 3].$$

График этой функции представлен на рис. 2. Линейная функция треугольной формы меняется на функцию параболической формы с расширением области определения до трех. Уже эта комбинация трех парабол второго порядка хорошо аппроксимирует колоколообразную форму нормального закона распределения.

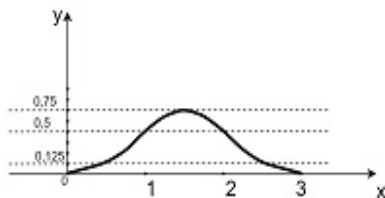


Рис. 2. График плотности  $p(x)$  для трех слагаемых

Действительно, если принять параметры нормального закона из условия совпадения плотности в точке максимума с функцией, определяемой соотношениями (7), то есть  $a=1.5$ ,  $\sigma=0.532$ , то вероятности попадания в интервалы  $(a-\sigma, a+\sigma)$ ,  $(a-2\sigma, a+2\sigma)$ ,  $(a-3\sigma, a+3\sigma)$ , равные для нормального закона  $0.682$ ,  $0.954$  и  $0.997$  [3], для суммы трех случайных величин, определяемой формулами (7), будут  $0.720$ ,  $0.945$  и  $1.000$  соответственно. Это соответствие станет еще лучшим, если включить в сумму дополнительные слагаемые.

### Результаты

Для иллюстрации схемы суммирования одинаково распределенных дискретных случайных величин была создана программа, строящая распределение суммы произвольного числа слагаемых с возможностью отслеживания процесса сходимости суммы к нормальному распределению.

Первоначально рассматриваемая случайная величина задается в виде таблицы, размеры и содержание которой определяются по желанию пользователя. Возможно также формирование этой таблицы самой программой случайным образом. Итоговое распределение выдается на экран в виде графика.

На рис. 3 приведены примеры работы данной программы для 7 итераций для суммирования независимых слагаемых рассмотренного выше вида равномерного распределения.

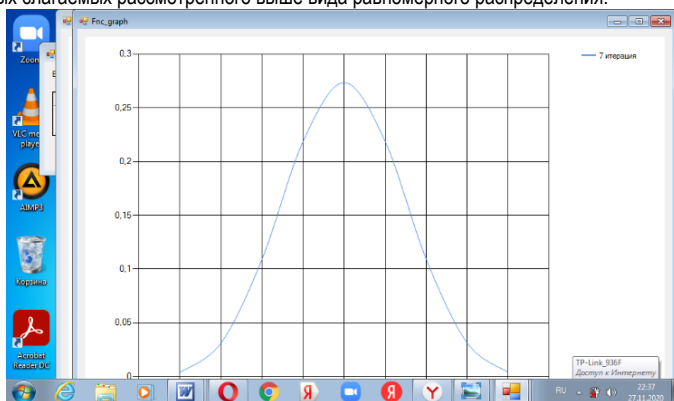


Рис. 3. Результаты суммирования случайных величин для семи итераций

Как видно из рис. 3, имеет место быстрая сходимость суммарной случайной величины к нормальному закону. Возможность вариации входных данных и числа слагаемых позволяет студенту самостоятельно убедиться в работе фундаментального закона теории вероятностей и лучше понять его глубокий смысл. Кроме того, открываются возможности для самостоятельного моделирования взаимодействия случайных величин и решения более сложных задач.

#### Список источников

1. *Письменный Д. Т.* Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. М.: Айрис Пресс, 2015. 288 с.
2. *Краснов М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И.* Вся высшая математика. Т. 5. Теория вероятностей, математическая статистика, теория игр. М.: URSS, 2011. 294 с.
3. *Гмурман В. Е.* Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. М.: Высшая школа, 2014. 480 с.
4. *Вентцель Е. С.* Исследование операций: задачи, принципы, методология «Дрофа». М., 1988. 203 с.

УДК 004.6

**Б. Ю. Красников**

студент кафедры прикладной математики

**С. В. Удахина**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## К ВОПРОСУ О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

### Введение

Технология блокчейн – это усовершенствованный механизм базы данных, который позволяет организовать открытый обмен информацией в рамках бизнес-сети. База данных блокчейна хранит данные в блоках, связанных между собой в цепочку. Данные являются хронологически последовательными, поскольку нельзя удалить или изменить цепочку без консенсуса со стороны сети. В результате можно использовать технологию блокчейн для создания неизменяемого или бессрочного реестра для отслеживания заказов, платежей, счетов и других транзакций. Система имеет встроенные механизмы, которые предотвращают несанкционированный ввод транзакций и создают согласованность в общем представлении этих транзакций [2].

### Материалы и методы

Технология блокчейн берет свою историю еще в 1991 году, когда появился первый прототип. Это были бумажные документы с временными штампами, поэтому подделать этот документ или подписать его прошлым числом было невозможно.

Данная технология стала набирать популярность только в 2008 году, когда человек под псевдонимом Сатоши Накамото разослал White paper децентрализованной одноранговой системы электронных платежей – Биткойн [3]. Однако сегодня блокчейн используется в: банковской системе, криптовалютax (Bitcoin, Ethereum), NFT-токенах, биржах.

На рис. 1 представлен принцип работы блокчейна. Сама база данных на основе этой технологии представляет собой цепочку блоков. Для того, чтобы подтвердить какие-либо изменения в каком-то из блоков нужно 50 % пользователей + 1 пользователь. Как известно, в этой технологии каждый пользователь является как сервером, так и пользователем. Именно поэтому подделать или что-то изменить в блоке после того, как пользователь подтвердил валидность данных, в блокчейне невозможно.

Технология блокчейна хранит все подтвержденные операции всегда, просто прибавляя блок к концу. Это напоминает базу данных, где каждая запись просто подставляется в конец. Информация блокчейне не может быть изменена после ее подтверждения. И даже если пропала связь, работа не останавливается. Блокчейн – это распределенная база данных.

Распределенная база данных – база данных с одной общей информацией и множествами под-базами данных. Например, существует два магазина и склад, откуда берется товар. В обоих магазинах хранится информация о количестве товара на складе, в какой-то момент пропадает Интернет у одного из магазинов. В этот момент и проявляются преимущества распределенной базы данных. Поскольку система каждого магазина постоянно мониторит базу данных склада, то информация об остатках на складе имеется и магазин может продолжить работу до тех пор, пока не появится Интернет.

Хранение всей информации в одном месте не является безопасным. Только в 2021 году было взломано 63 % компаний в мире. Чтобы восстановить работу было потрачено в среднем: 37 дней и 2.4 млн долл. [1].

На сегодняшний день технология блокчейна является самой безопасной в мире. Именно поэтому банки в Индии используют эту технологию для решения проблемы обслуживания – обработки аккредитивов, счетов-фактур GST и электронных счетов. A Deutsche Bank испытывает платформу корпоративных облигаций, которая использует смарт контракты на основе технологии блокчейн для выпуска и погашения долговых инструментов. Одно из ведущих американских банковских учреждений, Goldman Sachs – среди ведущих инвесторов, поддерживает стабильную монету USDC (стейблкоин), привязанную к доллару США. Ее использование позволяет компании безопасно перемещать большие суммы денег по всему миру, не беспокоясь о волатильности криптовалют [4].

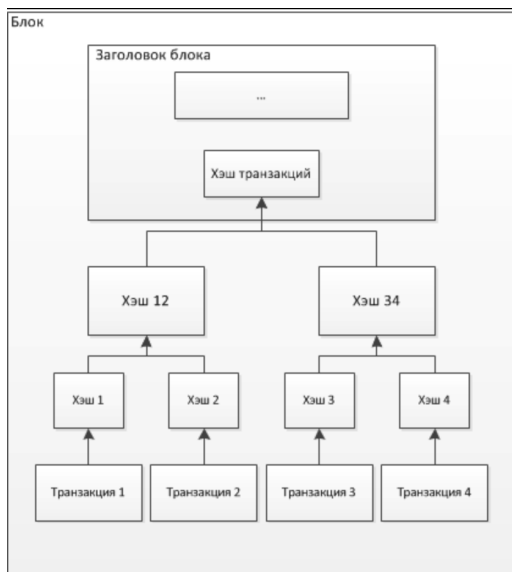


Рис. 1. Принцип работы блокчейна

Исходя из вышесказанного можно понять, что для работы с блокчейном постоянно нужен Интернет и блокчейн является базой данных. Распределенная база данных не требует постоянного выхода в Интернет и нужно попытаться соединить две эти технологии. Поскольку все данные в блокчейне шифруются, то их можно сохранять в базу данных, и никто не поймет, что там зашифровано.

Такую связку технологий можно использовать в университете, где присутствует как локальная сеть, так и всеобщая. Есть один минус блокчейн технологии – хранение данных. Если рассматривать эту проблему для мира, то она даже не является проблемой, поскольку блокчейн хранится на всех компьютерах, которые используют его, и чтобы удалить всю информацию о блокчейне нужно выключить все компьютеры, что не представляется возможным. В стенах университета это выключение может быть вызвано: отключением света, пожаром, и чтобы исключить эти возможности нам нужна распределенная база данных, которая будет хранить в себе данные.

### Результаты

Объединив все выше сказанное поможет представить преимущества и недостатки рассматриваемой технологии. Они представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Преимущества и недостатки технологии блокчейн

Преимущества	Недостатки
Прозрачность информации	Высокая загруженности сети
Сохранность данных	Высокие требования к устройствам клиента
Безопасность	Высокая стоимость устройств
Независимость	Большой объем памяти для сохранения данных
Скорость обработки информации	

### Обсуждения

В статье проведен анализ преимуществ и недостатков технологии блокчейн. Результаты работы позволяют обосновывать ее выбор для реализации прикладных задач.

### Список источников

1. Статистика взломов. Почему необходима адаптация к региональным вызовам. URL: <https://www.it-world.ru/cionews/security/184015.html> (дата обращения: 18.01.2023).
2. Что такое блокчейн. URL: <https://aws.amazon.com/ru/what-is/blockchain/> (дата обращения: 18.01.2023).
3. История технологии блокчейн. URL: <https://getblock.net/knowledgebase/blockchain-history-from-1991-to-present-day> (дата обращения: 24.01.2023).
4. *Morgan J.* HSBC, DBS: какие мировые банки использует блокчейн и какие возможности перед ними открываются. URL: <https://www.banker.kz/news/jp-morgan-hsbc-dbs-kakie-mirovye-banki-ispolzuet-b/> (дата обращения: 24.01.2023).
5. *Удахина С. В.* Информационные системы и технологии: учеб-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2021. 68 с.

УДК 504.064.4

**Т. Ф. Краснова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. О. Смирнова**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## **ФАНДОМАТ – ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В СФЕРУ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

### **Введение**

В настоящее время существует множество глобальных проблем, которые касаются всего человечества. К одной из самых крупных относится проблема, связанная с загрязнением окружающей среды. Влияние антропогенных факторов на экологическую деградацию велико, и с каждым годом этот тренд только увеличивается. В особую группу можно выделить накопление большого объема отходов, которые не утилизируются, а вывозятся на полигоны, неорганизованные свалки, отправляются в близлежащие водоемы или попадают на мусоросжигательные заводы. Таким образом, происходит угнетение почвы, воды и воздуха.

### **Исследование проблемы**

Стоит начать с того, что за последние 5 лет система обращения с твердыми коммунальными отходами в России претерпела изменения и движется в верном направлении, она развивается и улучшается, главным направлением в данной сфере является увеличение доли переработки мусора. Одним из значительных факторов, препятствующих развитию рынка утилизации отходов является недостаточная сырьевая база, поскольку нет системности и эффективности сбора отходов находится на низком уровне. В настоящее время в отрасли происходят реформы и выделяются наиболее важные аспекты, ведется наращивание мощностей. Вступают в работу региональные операторы, заключаются договоры, устанавливаются тарифы, но проблемы еще остаются и их необходимо решать. Необходимо вовлекать организации, проводить работу с населением и, конечно, формировать устойчивую нормативную базу и инфраструктуру, которые позволят воплотить в жизнь поставленные задачи по увеличению перерабатываемых отходов, снижению негативного влияния на природную среду и гармоничному функционированию всей системы по обращению с твердыми коммунальными отходами в целом.

Сбор и сортировка отходов является одним из самых важных инструментов для грамотной реализации системы обращения с отходами. Этот этап необходим, поскольку позволяет в значительной степени увеличить процент перерабатываемых отходов.

В России инфраструктура только на начале разработки. На сегодняшний день на территории РФ скопилось 31 миллиард тонн отходов, ежегодно эта цифра увеличивается на 60 миллионов тонн. Примерно 50 % всего мусора пригодно для вторичного использования, но по факту перерабатывается лишь 5 %. Главной проблемой является не постоянное увеличение мусора, а неумение его переработать. В России функционирует 243 мусороперерабатывающих завода, однако сборочные аппараты стоят всего лишь в 27 городах [1].

Сортировка ручным способом – это трудоемкий, неточный, дорогой процесс, который отнимает большое количество времени. В эпоху технологий есть потенциал у машинных агрегатов, которые справятся с этой функцией надежнее.

Существуют фандоматы – устройства по приему тары, которая ранее была использована потребителем. По весу и форме отхода аппарат способен вычислить, какой материал попал в отсек и перенаправить в контейнер для дальнейшего хранения.

Подávляющая часть фандоматов, представленных на рынке На сегодняшний день идентифицируют оборотную тару оптическим методом: сканируя штрих-код или иной знак на этикетке [2], благодаря внесенной в устройство базе данных происходит распознавание объектов, аппарат забирает тару, вознаграждая потребителя бонусами на определенный вид товара, либо возвратом залоговой стоимости продукции, которая была заложена на этапе производства, однако это скорее относится к Европей-



ской практике, поскольку в Российском правовом поле существуют некоторые трудности, которые будут рассмотрены далее.

Новейшим автоматам не нужен штрих-код, чтобы определить вес, размер, форму и материал тары. Умный робот не брезгает смятой тарой, тарой с поврежденным штрих-кодом или без него [3]. Такие аппараты основываются на базе искусственного интеллекта и в процессе своей деятельности способны обучаться, становясь все более точными и эффективными.

Каждая из моделей обладает своими преимуществами и недостатками, что касается фандоматов с установленными камерами, распознающими штрих-коды – это простота в эксплуатации и удобство, однако существуют высокие требования к целостности отхода, что сокращает объем тары, который мог бы быть принят. «Умные» аппараты с точностью наоборот, без труда принимают деформированные отходы, без уцелевших штрих-кодов, но являются более сложными моделями, которые требуют внимания в техническом плане.

Хотелось бы отдельно отметить, что сбор информации для обучения искусственного интеллекта, создание так называемых дата-сетов для фандоматов является одной из самых сложных задач в данной области. Связано это с тем, что необходимо задавать множество параметров, благодаря которым и выявляется вид отхода. Также количество самих фракций с каждым годом становится все больше, состав материалов, используемых на производстве часто не однороден, что тоже усложняет задачу.

Кроме того, необходимо учитывать, что собранная информация должна быть сбалансирована, поскольку в случае недостаточного количества данных аппарат будет работать неточно, а слишком большой объем информации приведет к переобучению, что тоже ведет к ошибкам системы.

Еще одной проблемой служит изменчивость правил и стандартов в сортировке отходов, в такой ситуации необходимо обновлять информацию, процесс не только усложняется, но и является достаточно длительным и затратным. Сбор информации действительно очень сложен и требует постоянных дополнений, тем не менее при правильном подходе искусственный интеллект способен привести к совершенствованию процесса сортировки и к более рациональному использованию ресурсов.

С экологической точки зрения все понятно, фандоматы в зависимости от количества установленных моделей увеличивают процент утилизированных отходов, снижают нагрузку на полигоны, внутренние дворовые контейнеры, заметен рост использования вторичного сырья в производстве, да и в целом влияние на окружающую среду уменьшается. Теперь разберемся с экономической стороной вопроса.

По мнению экспертов в сфере переработки мусора, срок окупаемости устройства займет один – два года или больше. Если рассматривать установку устройств, как бизнес, то он окажется не самым рентабельным. В связи с этим необходима поддержка государства, гранты и деньги частных инвесторов для реализации проектов, связанных с разработкой и установкой фандоматов.

Несмотря на это, экономический потенциал все же есть, фандоматы способствуют увеличению объема переработки отходов, как уже ранее было рассмотрено, это приводит к увеличению выручки от продажи сырья. Сортировка устройствами позволяет добывать более качественный материал, что увеличивает его стоимость. Также сокращение отходов, попадающих на полигоны, способствует уменьшению затрат на их обработку.

Кроме того, нельзя упустить из вида влияние внедрения фандоматов на сферу охраны труда. Сотрудники, занимающиеся ручной сортировкой, работают в тяжелых условиях, вдыхая загрязненный воздух и взаимодействуя с опасными отходами. В случае включения в систему фандоматов условия труда улучшаются. Бесспорно, вторичная сортировка остается в цикле, но в данном случае работники контролируют лишь ошибки автоматов, а не сортируют общий сток ТКО. Это позволяет не только сделать важный шаг в отношении охраны здоровья рабочих, но и сокращает время на выполнение поставленных задач. Автоматизация не заменяет рабочий труд, не лишает людей работы, а лишь способствует более комфортной рабочей обстановке, облегчая процесс.

Установка фандоматов для сортировки твердых коммунальных отходов является одним из главных направлений экологической политики России. Однако внедрение этой технологии сталкивается с рядом законодательных проблем. Во-первых, законы о твердых коммунальных отходах в России не регулируют использование фандоматов в явной форме. Это приводит к тому, что многие регионы не

могут получить финансирование на установку этих устройств. Во-вторых, в России нет единой системы стандартов и требований к фандоматам. Каждый производитель представляет свою технологию, что затрудняет выбор оптимального варианта для регионов. Кроме того, людям необходима материальная мотивация, чтобы процент отходов в аппаратах был на высоком уровне, здесь то мы и выявляем пробел в российской законодательной базе, связанный с тем, что выдача денежных средств за тот или иной отход должен облагаться налогом. То есть человек обязан сдать НДСФЛ, иначе может попасть под уголовную ответственность, очевидно, что это приносит большие неудобства и тормозит развитие и распространение сбора отходов посредством данных устройств. На данный момент лишь макулатура не попадает под налогообложение, если пересмотреть этот вопрос относительно других видов отходов, то актуальность фандоматов возрастет в разы. Также существует риск того, что установка фандоматов может привести к увеличению стоимости сбора и переработки твердых коммунальных отходов. Это может стать причиной недовольства населения и привести к протестам. В целом, необходимо разработать четкие законы и правила для использования фандоматов в России, чтобы эта технология стала более доступной и эффективной.

В последние годы многие страны всего мира активно внедряют фандоматы для сбора и переработки отходов. Это происходит в ответ на растущую проблему мирового мусора и необходимость эффективной работы с отходами. Опыт многих развитых стран позволяет наглядно рассмотреть перспективы внедрения аппаратов по сбору и сортировке мусора. Так, например, в Швеции перерабатывается порядка 50 % от общего числа отходов. С помощью сборочного автомата в год собирают 2 миллиарда бутылок и банок, это 85 % от произведенного пластика в государстве [4]. на рис. 1 представлено процентное соотношение в системе обращения с ТКО в разных странах Европы.



Рис. 1. Переработка ТКО в разных странах

Сегодня и в нашей стране уже есть регионы, которые активно используют эти устройства, и в ближайшие годы ожидается расширение их использования по всей территории. В результате этого удастся существенно уменьшить количество отходов, попадающих на свалки, снизить нагрузку на окружающую среду.

### Выводы

Проблема накопления огромного количества отходов остро стоит в нашей стране. Все большие территории выделяются для организации полигонов, все чаще появляется информация о катастрофах на этих огромных площадях. Необходимо как можно скорее решать проблему. В ситуации сегодняшнего дня аппараты типа «фандомат» не являются частью общей цепочки, а лишь фигурируют как отдель-

ные элементы, появляются на общем фоне точечно. Ситуация может в корне измениться, если развивать данную отрасль, наращивать обороты, привлекать людей к экологической осознанности и позволить участвовать в процессе. Установка аппаратов в торговых центрах, учебных заведениях, магазинах приведет не только к благоприятному воздействию на окружающую среду, но и сплотит население, поскольку они будут чувствовать свою причастность в борьбе за чистые города России.

Одним из главных преимуществ внедрения фандоматов является экономия ресурсов. Благодаря автоматической сортировке, удается значительно уменьшить количество отходов, которые попадают на свалку. Это позволит сократить расходы на их переработку и снизить нагрузку на окружающую среду. Кроме того, установка фандоматов позволит улучшить качество переработки отходов. Большинство сортировочных линий, которые используются сегодня, работают с применением ручного труда, что увеличивает риск ошибки и снижает эффективность. Фандоматы же позволяют снизить этот риск до минимума, что обеспечивает более высокое качество переработки. Несмотря на ряд проблем, существующих при внедрении фандоматов, перспективы этой технологии в России очень высоки.

#### Список источников

1. *Зольников В. К., Евдокимова А. С.* Аспекты моделирования систем и процессов // *Материалы Всероссийской научно-практ. конф. / Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова.* Воронеж, 2022.
2. Пятьдесят первая (LI) научная и учебно-методическая конф. университета ИТМО // *Альманах научных работ молодых ученых университета.* Т. 3. Ч. 1. СПб., 2022.
3. Наука, технологии, общество: экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: сб. научных трудов III Всероссийской научной конф. с междунар. участием / *Общественное учреждение «Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений».* Красноярск, 2022.
4. Behaviour of concrete with a disperse reinforcement under dynamic loads / *S. Nikolenko, E. Sushko, S. Sazonova et al.* // *Magazine of Civil Engineering.* 2017. N 7 (75). P. 3–14.
5. *Волкова А. В.* Рынок утилизации отходов // *Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, центр развития.* URL: <https://dcenter.hse.ru> (дата обращения: 23.03.2023).
6. А. с.ру 2727549 С1 Россия, G07F 11/00. Монетные автоматы для выдачи отдельных изделий или товаров и подобных операций.
7. *Кокорулин А. Н., Тур А. И., Южаков А. А.* Вопросы применения нейронных сетей при разработке автоматов по приему тары // *Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ.* 2018. № 10. С. 63–69.
8. *Куликова В. В., Мирошник Е. Н.* Опыт проектной деятельности на примере раздельного сбора твердых бытовых отходов // *Астраханский вестник экологического образования.* 2022. № 2. С.144–149.
9. *Ахметзянов К. Р., Южаков А. А.* Сравнение сверточных нейронных сетей для задач сортировки мусорных отходов // *Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ.* 2018. № 6. С. 27–32.

УДК 006.91

**А. Ю. Кукота**

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

**А. Ю. Туманов**

кандидат технических наук, доцент– научный руководитель

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ АМБИЕНТНОГО ЭКВИВАЛЕНТА ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

### Введение

Люди ежедневно подвергаются воздействию естественного и искусственного излучения. Естественная радиоактивность существует миллиарды лет, она присутствует повсюду. Ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Любой человек так же радиоактивен: в тканях человеческого тела одним из главных источников природной радиации являются калий-40 и рубидий-87, причем не существует способа от них избавиться. Необходимо учитывать, что современный человек до 80 % времени проводит в помещениях – дома или на работе, где и получает основную дозу радиации: хотя здания защищают от излучений извне, в стройматериалах, из которых они построены, содержится природная радиоактивность.

Опасность радиоактивного излучения заключается в том, что когда оно проходит через тело человека или же когда в организм попадают зараженные вещества, то энергия волн и частиц передается тканям тела человека, а от них клеткам. В результате атомы и молекулы, составляющие организм, приходят в возбуждение, что ведет к нарушению их деятельности и даже гибели. Все зависит от полученной дозы радиации, состояния здоровья человека и длительности воздействия.

Квалифицированное метрологическое обслуживание средств измерения радиации – неотъемлемое условие обеспечения радиационной безопасности, так как ионизирующее излучение оказывает негативное воздействие на живые организмы. При прямом воздействии оно разрушаются живые клетки, нарушается работа тканей и органов, развиваются радиационные ожоги, острый лучевой синдром. При долгосрочном воздействии увеличивается риск онкологических заболеваний.

### Понятие мощности амбиентного эквивалента дозы ионизирующего излучения

Ионизирующее излучение – это вид энергии, высвобождаемой атомами в форме электромагнитных волн (гамма- или рентгеновское излучение) или частиц (нейтроны, бета или альфа). Спонтанный распад атомов называется радиоактивностью, а избыток возникающей при этом энергии является формой ионизирующего излучения. Радионуклиды представляют собой радиоактивные изотопы химических элементов с разными массовыми числами.

Активность, используемая в качестве показателя количества присутствующего радионуклида, выражается в единицах, называемых беккерелями (Бк): один беккерель – это один акт распада в секунду.

Радиационный фон – это мера уровня ионизирующего излучения, присутствующего в окружающей среде в определенном месте, которое не связано с преднамеренным введением источников излучения. Существенный вклад в облучение человека вносит радон и продукты его распада. Жизнь на Земле возникла и развивается в условиях постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из следующих компонентов:

- космическое излучение;
- излучение от находящихся в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов;
- излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов.

Количественной мерой воздействия любого вида излучения на объект является доза. Различают экспозиционную, поглощенную и эквивалентную дозы.

Понятие эквивалентная доза используется для оценки биологического действия ионизирующих излучений. Она равна произведению поглощенной дозы на коэффициент качества (К). Для рентгеновского, гамма- и бета-излучений  $K=1$ . В качестве единицы эквивалентной дозы в системе СИ используется зиверт (Зв), внесистемной единицей является биологический эквивалент рада (бэр);  $1 \text{ Зв}=100 \text{ бэр}=1 \text{ Гр}\cdot\text{К}$ .

Амбиентный эквивалент дозы (амбиентная доза). Для оценки поля излучения при контроле радиационной обстановки объектов (рабочих мест, помещений и т. п.), в целях группового дозиметрического контроля персонала, международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) предложила новую дозиметрическую величину – AMBIENT эквивалент дозы (или AMBIENT эквивалентная доза). Английское *ambient* от латинского *ambi* – приставка, означающая кругом, вокруг. *Ambient dose equivalent* – эквивалент дозы, характеризующий радиационную обстановку на объекте. Единица измерения этой физической величины такая же, как у эквивалентной дозы. Мощность AMBIENT эквивалента дозы на ближайших к установке рабочих местах не должна превышать  $0,5 \text{ мкЗв/ч}$ , а в местах возможного нахождения людей –  $1,0 \text{ мкЗв/ч}$  [2].

При дозиметрическом контроле радиационной обстановки измеряют мощность AMBIENT эквивалента дозы. Для определения AMBIENT дозы в точку поля излучения вводится фантом – шар из тканезквивалентного вещества диаметром 30 см, плотностью  $1 \text{ г/см}^3$  и элементарным составом по массе: 76,2 % кислорода, 11,1 % углерода, 10,1 % водорода и 2,6 % азота, центр которого совмещается с точкой измерения. Исследуемое поле излучения должно быть идентично реальному по составу, флюенсу и энергетическому спектру, но мононаправленно и однородно в пределах сечения шара. AMBIENT эквивалент дозы в рассматриваемой точке поля равен значению эквивалента дозы в точке шара, расположенной на глубине  $d$ , мм от поверхности шара из тканезквивалентного вещества, на его диаметре, параллельном оси падающего мононаправленного пучка излучения.

### Методы обнаружения и измерения ионизирующего излучения

Для обнаружения и измерения радиоактивных излучений используют следующие методы: фотографический, химический, сцинтилляционный, ионизационный.

Фотографический метод основан на измерении степени почернения фотоземли, под воздействием радиоактивных излучений. Гамма-лучи, воздействуя на молекулы бромистого серебра, содержащегося в фотоземли, выбивают из них электроны связи. При этом образуются мельчайшие кристаллики серебра, которые и вызывают почернение фотопленки при ее проявлении. Степень (плотность) почернения пленки пропорциональна дозе гамма-излучения. Сравнивая почернение с эталоном, можно определить полученную пленкой дозу облучения.

Химический метод основан на определении изменений цвета определенных химических веществ под воздействием излучений. Сравнивая степень изменения цвета с имеющимися эталонами, можно определить дозу радиоактивных излучений.

Сцинтилляционный метод основан на том, что под воздействием радиоактивных излучений некоторые вещества испускают фотоны видимого света. Возникающие при этом вспышки света могут быть зарегистрированы.

Сущность ионизационного метода заключается в том, что под воздействием ядерных излучений в изолированном объеме происходит ионизация газа. Электрически нейтронные атомы (молекулы) газа разделяются на положительные и отрицательные ионы. Если в этот объем поместить два электрода, к которым приложено постоянное напряжение, то между электродами возникнет электрическое поле. При наличии электрического поля в ионизированном газе возникает направленное движение заряженных частиц, то есть через газ проходит электрический ток, называемый ионизационным током. Измеряя возникший ионизационный ток можно судить об интенсивности ионизирующего излучения. Ионизационный метод измерения радиоактивного излучения наиболее широко распространен в современных дозиметрических приборах [8].

### Дозиметры и их классификация

Дозиметр – это прибор для измерения экспозиционной дозы, кермы фотонного излучения, поглощенной дозы и эквивалента дозы фотонного или нейтронного излучения, а также измерение мощ-

ности перечисленных величин. Само измерение называется дозиметрией. Примеры современных моделей дозиметров представлены на рис. 1.



Рис. 1. Внешний вид современных компактных дозиметров

Дозиметрические приборы предназначены для измерения уровня радиации зараженной местности, оценки степени зараженности объектов и предметов (тело человека, одежда, техника, вода, продовольствия) и определения поглощенной дозы организмом рабочих, служащих, населения и т. п., облученных за время пребывания на загрязненной местности.

Дозиметрические приборы по своему назначению подразделяются на четыре основных типа:

- 1) индикаторы применяют для выявления радиоактивного загрязнения местности и различных предметов. Некоторые из них позволяют также измерять уровни радиации  $\beta$  и  $\gamma$ -излучений. Радиозотопные индикаторы также применяются для визуализации потоков в рамках различных технологий, таких как однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и автоматизированное компьютерное отслеживание радиоактивных частиц (CARPT);
- 2) датчиками служат газоразрядные счетчики. Обычно в датчиках используются инертные газы – неон, криптон, аргон и т. д. К этой группе приборов относятся индикаторы ГП-63, ГП-63А, ГП-64;
- 3) рентгенметры предназначены для измерения уровней радиации на загрязненной радиоактивными веществами местности. Датчиками в этих приборах применяют ионизационные камеры или газоразрядные счетчики;
- 4) радиометры используют для измерения степени загрязнения поверхностей различных предметов радиоактивными веществами. Радиометры измеряют плотность потока частиц. Датчиками радиометров являются газоразрядные и сцинтилляционные счетчики [1].

### Обеспечение точности измерений излучения

Отсутствие у человека возможности ощущать радиацию требует особого подхода к созданию системы безопасности, которая должна обеспечивать точность измерений ионизирующего излучения. Регулярное измерение радиации проводится на нескольких уровнях. Правительственные агентства собирают показания радиации в рамках мандатов экологического мониторинга, часто делая их доступными для общественности, а иногда и в режиме, близком к режиму реального времени. Совместные группы и частные лица также могут предоставлять показания в режиме реального времени доступными для общественности.

Для проведения измерений мощности амбиентного эквивалента дозы ионизирующего излучения используются дозиметры, измеряющие амбиентный эквивалент дозы и мощность амбиентного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучений. Методики проведения таких измерений должны быть аттестованы в соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [4].

Любое средство измерения, включая дозиметр, производит измерения с определенной точностью, указанной в паспорте или руководстве по эксплуатации изделия – на этом показателе основывается необходимость проверки.

Метрологический контроль и надзор осуществляется государственной метрологической службой с целью обеспечения безопасности населения от вредного воздействия радиации.

Проверка дозиметров (радиометров) осуществляется в специально оборудованных измерительных лабораториях, относящихся к государственным региональным органам метрологической службы. В Российской Федерации этими вопросами занимается Росстандарт. Метрологическую проверку осуществляют аттестованные специалисты, имеющие на это право, соответствующее удостоверение и личное клеймо поверителя. Методика поверки дозиметров описана в ГОСТ 8.013-72, а также локальных методиках поверки производителей.

Основные средства поверки: образцовые источники излучения, поверочная установка, образцовый дозиметр, термометр, барометр, психрометр. Периодичность поверки дозиметров как правило 1 год. Образцовые средства измерения и поверочные стенды в свою очередь также проходят периодическую метрологическую поверку в вышестоящих лабораториях, имеющих в своем распоряжении более точные приборы или эталоны. При проведении поверки дозиметров проводятся операции поверки, перечисленные в табл. [6].

Таблица

### Операции поверки

Операции поверки	Пункт ГОСТ 8.013-72
Внешний осмотр и опробование исправности	4.1
Определение зарядного напряжения	4.2
Определение величины саморазряда	4.3
Определение основной погрешности индивидуальных дозиметров, измеряющих экспозиционную дозу гамма-излучения, по образцовым источникам или методом замещения	4.4
Определение основной погрешности индивидуальных дозиметров, измеряющих экспозиционную дозу рентгеновского излучения методом замещения или методом одновременных измерений. Эта операция проводится для индивидуальных дозиметров, выпускаемых из производства	4.5

Дозиметрические приборы, подвергающиеся периодической метрологической поверке, как правило, относятся к профессиональным средствам измерения, их модели заносятся в государственный реестр. Производители этих приборов тратят значительные финансовые средства на разработку программ метрологической аттестации, проводят их многостороннюю проверку и испытания в специальных испытательных лабораториях, прежде чем запустить изделие в производство. Исходя из этого, профессиональные дозиметры стоят сравнительно дороже, чем бытовые измерители радиоактивности для широкого потребителя.

### Выводы

Метрологический контроль обеспечивает достоверность измерений ионизирующего излучения в научных исследованиях, ядерной медицине, атомной промышленности, ядерной энергетике, охране окружающей среды и радиоэкологии, ядерной геофизике, разведке полезных ископаемых, технической диагностики. Также метрологический контроль способствует непрерывному мониторингу радиационного фона.

Радиационный фон происходит как от естественных, так и искусственных источников. Этими источниками являются космическое излучение, радиоактивность окружающей среды от естественных радиоактивных материалов (таких как радон и радий), а также искусственное медицинское рентгеновское излучение, глобальные выпадения в результате испытаний ядерного оружия и радиационных аварий. Метрологический контроль и надзор обеспечивает постоянный контроль доз ионизирующего облучения, которому подвергается население города, сотрудники предприятия и т. п.

### Список источников

1. Голиков И. Г. Лекции по дозиметрии и защите. СПб.: Политехн. ун-т, 2016. 22 с.

2. СанПиН 2.6.1.3488-17. Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при обращении с лучевыми досмотровыми установками.
3. ГОСТ 8.638-2013. Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения. М: ФГУП «ВНИИФТРИ», 2013.
4. Об обеспечении единства измерений: закон Российской Федерации // Сб. Федеральных конституционных законов и федеральных законов. М., 2008. Вып. 12.
5. МУ 2.6.5.008-2016. Методические указания. Атомная энергетика и промышленность. Контроль радиационной обстановки. Общие требования. М: ФМБА, 2016.
6. ГОСТ 8.013-72. Дозиметры индивидуальные конденсаторные. Методы и средства поверки. М.: ГКССМ, 1972.
7. Всемирная организация здравоохранения. Ж., 2023. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> (дата обращения: 12.03.2023).
8. Studbooks.net. М., 2022. URL: [https://studbooks.net/21251/bzhd/klassifikatsiya\\_dozimetriceskikh\\_priborov](https://studbooks.net/21251/bzhd/klassifikatsiya_dozimetriceskikh_priborov) (дата обращения: 12.03.2023).
9. MyDozimetr.ru. М., 2016. URL: <https://mydozimetr.ru/blog/statii/kak-vybrat-dozimetr/> (дата обращения: 12.03.2023).



УДК 620.92

**Е. С. Лепешкина**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

### Введение

В данной статье рассмотрены различные проблемы использования нетрадиционной энергетики в настоящее время. Изучено влияние альтернативных электростанций на окружающую среду. Проанализирована необходимость дальнейшего перехода на альтернативную энергию, а также причина почему на данный момент в России это не является основной целью.

Стремительное развитие экономики, внедрение новых, порой слишком энергоемких технологий для обеспечения жизнедеятельности людей, влечет за собой значительный рост энергопотребления. Энергетическая ситуация существенно меняется. Возросшие требования к защите окружающей среды требуют нового подхода к энергетике. На смену традиционным углеводородным ресурсам приходят и занимают все более важное место в энергетике нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

Альтернативная энергетика – это совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, однако распространены они не так широко, как традиционные, и тем не менее представляют интерес из-за выгоды их использования при, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде [1].

Альтернативные источники заменяют собой традиционные, функционирующие на нефти, добываемом природном газе и угле, а также вследствие эксплуатации которых в воздух выделяются оксиды углерода, азота, серы, формальдегиды, способствующие загрязнению атмосферы. Развитие энергетики возобновляемых источников за последнее десятилетие происходит весьма стремительно, с постоянным возрастанием установленной мощности и доли в топливно-энергетическом балансе. Спрос повышается по ряду существенных причин, которые рассмотрены ниже.

### Предпосылки развития возобновляемых источников

Истощение топливно-энергетических ресурсов. Легкодоступные резервы углеводороды уже исчерпаны, новые месторождения должны разрабатываться в труднодоступных районах (Арктика, Восточная Сибирь), что может вызывать рост себестоимости продукции.

Зависимость от количества поставок и уровня цен на топливо.

Негативное воздействие на окружающую среду. Загрязнение отходами производства, тепловое загрязнение, выбросы тепловых электростанций в атмосферу углекислого газа, вызывающего парниковый эффект. Особенно вредны угольные электростанции, при работе которых образуется значительное количество золы, сажи, оксидов серы и азота.

Высокий спрос на воду, потенциальная угроза техногенных катастроф, в том числе аварий на АЭС с выбросом радиоактивных веществ.

Альтернативные же источники энергии обладают тремя характерными положительными свойствами:

- они неисчерпаемы, пока существует Солнечная система;
- при их преобразовании во вторичную энергию и вторичные материалы (тепло, топливо, электроэнергию) в окружающую среду не происходит выброса вредных веществ;
- такие источники целиком или частично (по отдельным видам) доступны повсеместно и могут использоваться в точках потребления без использования длинных линий электропередач.

### Потенциал нетрадиционной энергии в мире

В отличие от ископаемых, количество которых определяется категориями «ресурсы» и «резервы», возобновляемые ресурсы измеряются потенциалом. Возобновляемый энергетический потенциал – это количество энергии, которое может быть использовано из данного источника в единицу времени.

К основным видам нетрадиционных и возобновляемых источников энергии относятся:

1) солнечная энергия, включающая в себя непосредственно потенциал солнечного излучения, пригодный для выработки:

- тепловой энергии, используемой в теплоснабжении и горячем водоснабжении технологических процессов;

- электроэнергии по термодинамическому циклу;

- электроэнергии посредством фотоэлектрического преобразования;

2) энергия ветра, которая включает в себя ветроэнергоресурсы, пригодные для:

- производства электроэнергии в составе энергосистемы;

- производства электроэнергии, используемой в автономных потребителях энергии;

- использования в различных технологических процессах;

3) геотермальная энергия, которая пригодна для выработки тепловой энергии и электроэнергии, включает в себя:

- парогидротермы;

- гидротермы;

- термоаномальные зоны;

- петрогеотермальные зоны;

4) энергия малых рек, включающая в себя энергию малых водных протоков, пригодна для обеспечения электричеством автономных потребителей.

Все вышеперечисленные возобновляемые источники энергии – солнечная энергия, гидроэнергия, энергия ветра – существуют благодаря деятельности Солнца. Таким образом, одна лишь геотермальная энергия, которая также считается возобновляемой, представляет собой тепло Земли.

Экономический потенциал нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в настоящее время оценивается в 20 млрд т у. т. (тонн условного топлива) в год.

Однако в перспективе возобновляемые источники энергии в год могут обеспечивать:

- энергии Солнца – 2 300 млрд т у. т.;

- энергии ветра – 26,7 млрд т у. т.;

- тепла Земли – 40 000 млрд т у. т.;

- энергии малых рек – 360 млрд т у. т. [2].

Несмотря на внушительный потенциал возобновляемых источников энергии, на данный момент ископаемые виды топлива доминируют в мировом энергоснабжении, поскольку они порядком дешевле иных источников энергии. Для обоснования перехода на альтернативы, необходимо удостовериться, что их использование будет иметь относительно низкую стоимость, а также оказывать гораздо меньшее влияние на окружающую среду, чем ископаемые ресурсы.

Проанализировав работу нетрадиционных источников энергии, можно выделить ряд проблем, которые препятствуют повсеместному переходу на электроэнергию возобновляемых источников.

### **Проблемы использования альтернативной энергетики**

Первая проблема состоит в том, что все источники энергии имеют пределы, которые не представляется возможным превысить. Максимальное значение КПД, с которым солнечные фотоны могут быть преобразованы в электроны, составляет около 33 %. КПД серийных промышленных солнечных батарей (оснащенных электронной кремниевых модулей) составляет около 20 %, ветрогенераторы же могут обеспечить КПД около 30 %, КПД геотермальных электростанций около 7–10 %, поскольку геотермальные жидкости имеют температуру ниже, чем пар из котлов. Вследствие данных исследований можно утверждать, что один из важных недостатков альтернативной энергетики – это достаточно низкий КПД.

Следующая проблема – любые виды альтернативной энергетики зависят от определенных погодных, климатических и геологических условий. Рассмотрим пример: эффективность солнечных батарей значительно снижается в пасмурные и облачные дни, зимой, в ночное время, следовательно, в отсутствие Солнца производство электричества прекращается. Ветряные электростанции также имеют проблему зависимости от погодных условий, например: скорость ветра постоянно изменяется, тем самым осложняя рабочий процесс. Однако стоит отметить, что и геотермальные электростанции не вы-

ступают в роли исключения, поскольку остановка работ возможна в любой момент времени из-за естественных изменений в земной коре [3].

Дело в том, что проблемой является и то, что материалы, которые используются для создания необходимого оборудования, отнюдь не возобновляемые. К 2050 году количество изношенных солнечных панелей, большая часть которых не подлежит переработке, составит вдвое больше всех сегодняшних пластиковых отходов в мире и более 3 миллионов тонн в год переперерабатываемых пластмасс из изношенных лопастей ветряных турбин.

Строительство ветряных электростанций требует большого количества таких материалов как бетон, стекловолокно, а также менее востребованных материалов, включая «редкоземельные» элементы, например, диспрозий. Для строительства одной ветряной электростанции мощностью 100 МВт потребуется около 30 000 тонн железной руды, 50 000 тонн бетона, а также 900 тонн пластика для лопастей.

При использовании солнечной энергии потребность в цементе, стали и стекле на 150 % выше, чем при использовании энергии ветра для того же производства энергии. Обработка и переработка таких больших количеств материалов влечет за собой собственные затраты на энергию, а также связанные с этим экологические последствия, которые рассматриваются ниже [4].

Безусловно, существует проблема утилизации, присущая очень большому количеству ветряных турбин и солнечных батарей после их износа. Стоит отметить, что многие ветряные турбины уже достигают конца срока эксплуатации. Массивные, армированные, построенные так, чтобы противостоять ураганным ветрам, лопасти не могут быть легко раздавлены, переработаны или перепрофилированы. Организация полигонов для захоронения неразмлагающихся деталей становится настоящей проблемой, так как площади для утилизации все меньше, а организация таких мест нарушает экологический баланс, оказывая влияние на зеленые участки, превращая их в пустыри.

Однако в Европейском Союзе, строго контролирующем материалы, отправляющиеся на полигоны, некоторые лезвия сжигаются в печах, которые создают цемент. При этом горящее стекловолокно выделяет загрязняющие вещества, особенно важно – оксиды углерода, что сказывается на усиленном влиянии парникового эффекта.

Немаловажно и то, как доставляются материалы, ведь более 75 % всей нефти и практически весь природный газ транспортируется на рынки по трубопроводам, которые являются одним из самых энергоэффективных в мире средств перемещения ископаемых. Большинство материалов, используемые для строительства альтернативных электростанций, являются твердыми, а значит будут транспортироваться наземным транспортом, что в свою очередь влечет за собой увеличение энергетических затрат в воплощенной транспортировке [5].

Также одной из ключевых проблем является недоступность контроля количества энергии в зависимости от потребностей людей. Другими словами, традиционные электростанции могут регулировать свою выходную мощность, подаваемую в электрическую сеть по требованию.

Например, некоторые гидроэлектростанции способны достичь своей максимальной генерации менее чем за 16 секунд. Возобновляемые же источники энергии являются прерывистыми, они генерируют электроэнергию только в то время, когда первичный поток энергии поступает на них, в чем и прослеживается взаимосвязь с погодными условиями [6].

### Причина различной стоимости

В конце 2020 года альтернативная энергетика в Европе впервые обогнала традиционную энергетику, использующую ископаемое топливо. Об этом говорится в отчете британского аналитического центра Ember и немецкого Agora Energiewende.

На ветровую, солнечную энергию приходилось 38,2 % производства электроэнергии, а на уголь и газ – 37 %. Угольные ТЭС потеряли 20 процентов за год, их доля в энергетическом балансе составляет 13 %. Для сравнения в нашей стране на альтернативную энергетику приходится не более 0,5 % от всего рынка.

Говоря о стоимости альтернативной энергетики в России, стоит понимать, что страна обладает большими запасами полезных ископаемых, которые стремительно используются. Экономика страны связана с крупными энергетическими компаниями, специализирующимися на добывающих отраслях,

поэтому преобладают классические источники энергии. Причем себестоимость выработки электроэнергии не высока в отличие от Европейских стран. В Европе альтернатива развивается гораздо быстрее, так как газ и нефть значительно выросли в цене.

Для солнечной энергетики в России себестоимость 1 кВтч=8,61 рубля, для теплоэлектростанции – среднем 0,97 руб. /кВт. ч, для гидроэлектростанции же – всего 0,15 руб. /кВт. ч. Такая разница в цене объясняет почему традиционная энергетика лидирует в России.

### Заключение

Безусловно, в России развиты не все источники альтернативной энергетики. Наличие запасов традиционных источников, таких как уголь, нефть, газ предоставляет возможность не торопиться развитие нетрадиционной энергии. Большинство предприятий создано именно на базе традиционных источников, потому переоборудование или создание новых предприятий на основе альтернатив потребует довольно больших затрат [6].

Применение возобновляемой энергии имеет риски, потому как ее источник имеет стихийный и непостоянный характер, что в случае отсутствия необходимой поддержки может сделать альтернативную энергетику убыточной.

Однако государство поддерживает инициативу с альтернативными источниками различными инструментами, так как основные ресурсы, используемые в нашей стране – исчерпаемые.

Важность развития возобновляемых источников энергии в России подтверждает принятое Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 года № 449 «О стимулировании использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности», которое касается солнечной, ветровой и гидрогенерации. Также в 2020 году в силу вступил закон о микрогенерации, благодаря которому стало возможно покупать излишки электроэнергии, выработанной на альтернативных электростанциях [7].

Проанализировав выступления, доклады, нормативные документы, можно сделать вывод, что политика министерства энергетики Российской Федерации заключается в нахождении баланса между традиционной и альтернативной энергетикой [8].

### Список источников

1. *Иванова А. Ю.* Альтернативные источники в энергетике: виды и принципы функционирования // International scientific review. 2016. P.32.
2. *Волчок В. А., Комар В. Н.* Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Солнечная энергетика. Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2017. 55 с.
3. Геотермальные электростанции: плюсы и минусы выработки электроэнергии ГеоТЭС. URL: <https://musormaster.ru/geotermalnye-elektrostancii-princip-raboty-geotes-plusy/> (дата обращения: 23.01.2023).
4. Mark, P. M. MINES, MINERALS, AND «GREEN» ENERGY: A REALITY CHECK / P. M. Mark. URL: <https://www.manhattan-institute.org/mines-minerals-and-green-energy-reality-check#notes> (дата обращения: 23.01.2023).
5. *Martin С.* Зеленая энергетика и Наука. URL: <https://www.bloomberg.com/news/features/2020-02-05/wind-turbine-blades-can-t-be-recycled-so-they-re-piling-up-in-landfills> (дата обращения: 23.01.2023).
6. *Котеленко С. В., Рябов А. С.* Преимущества и недостатки нетрадиционной энергетики // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-netraditsionnoy-energetiki> (дата обращения: 23.01.2023).
7. Dispatchable source of electricity. URL: [https://energyeducation.ca/encyclopedia/Dispatchable\\_source\\_of\\_electricity](https://energyeducation.ca/encyclopedia/Dispatchable_source_of_electricity) (дата обращения: 23.01.2023).
8. Постановление правительства РФ № 299 от 02.03.2021 // Официальный Интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912280019?ysclid=iddq3kqwyz933420658> (дата обращения: 23.01.2023).
9. *Семенович К. С.* Правовое регулирование альтернативной энергетики в России // EESJ.2020. № 5–4 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovoe-regulirovanie-alternativnoy-energetiki-v-rossii> (дата обращения: 23.01.2023).

УДК 665.668

**Е. С. Лепешкина**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ  
ОЧИСТКИ ПОЧВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ****Введение**

В статье рассмотрены механические, физико-химические, химические и биологические методы очистки почв от нефти и нефтепродуктов, а также выполнен их анализ. Проанализировано оказываемое воздействие аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на почвенную биоту. Представлены нормативы содержания нефти и нефтепродуктов в почве и классификация уровней загрязнения.

Нефть – важнейший сырьевой ресурс, который является основой в деятельности топливно-энергетического комплекса. Как и в любом ресурсном цикле, на всех этапах нефтепользования случаются потери, которые называют – разливы.

Разливы – выбросы нефти в окружающую среду, связанные с деятельностью человека, которые причиняют ущерб почвенным экосистемам. Нефтяное загрязнение разрушает саму структуру почвы и влияет на ее физико-химические свойства. Кроме того, происходит нарушение азотного режима из-за увеличения соотношения между углеродом и азотом (за счет углеродов в нефти), снижается водопроницаемость, нарушается процесс корневого питания растений, что сказывается на плодородии почвы, приводя к изменению ее экологических функций и снижению биологического разнообразия. Впоследствии углеводороды нефти при трансформации способны образовывать токсичные соединения, которые обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, накапливаются в растениях, что в свою очередь снижает качество сельскохозяйственных культур, влияя на состояние здоровья людей и животных.

Очистка почв от нефтепродуктов позволяет нейтрализовать большую часть вредных веществ и создавать условия для восстановления биоценоза. Выбор метода очистки зависит от таких факторов как: уровень загрязнения, свойства почвы, состав нефти, ландшафтные и климатические условия.

Для определения интенсивности загрязненности почв применяют количественные уровни загрязнения. Нормальными уровнями показателей состояния считаются уровни, обеспечивающие выполнение почвой своих функций и не приводящие к негативному воздействию на растения и человека. В настоящий момент за пороговое принято условное значение концентрации нефтепродуктов в почве 1000 мг/кг [1].

В случае превышения данного значения почву целесообразно отнести к категории загрязненных по показателю, указанному в табл. 1. По глубине же проникновения нефтепродукта различают четыре типа загрязненных почв, указанных в табл. 2.

Таблица 1

**Классификация уровней загрязнения почв в зависимости от содержания нефтепродуктов**

Уровень загрязнения, мг/кг	Содержание нефтепродуктов	
	мг/кг	%
Допустимый	< ПДК	< 0,1
Низкий	1000–2000	0,1–0,2
Средний	2001–3000	0,2–0,3
Высокий	3001–5000	0,3–0,5
Очень высокий	> 5000	> 0,5

**Классификация уровней загрязнения почвы в зависимости от глубины проникновения нефти**

Глубина проникновения нефти, м	Классификация загрязненности
> 0,15	Поверхностное замазучивание
0,15–0,30	Мелкопрофильное замазучивание
0,30–0,60	Среднепрофильное замазучивание
< 0,60	Глубокопрофильное замазучивание

С целью обезвреживания загрязненных нефтью грунтов, почв и нефтешламов разработаны различные методы очистки. Каждый из них имеет свои особенности, в зависимости от которых определяется уместность применения способа в случае аварийного разлива. Рассмотрим эти методы подробнее.

**Механические методы очистки**

1. *Сбор нефтепродуктов с почвы с использованием специальных собирающих установок.* Он имеет несколько плюсов: такой способ позволяет не только собрать, но и повторно использовать углеводороды, провести экстренную очистку местности при аварийном разливе нефти, очистить труднодоступные участки, включая территории нефтебаз с большим количеством кустарника и различного строительного инвентаря.

2. *Засыпка образовавшегося нефтяного пятна грунтом.* После чего производится вывоз загрязненной почвы с целью утилизации на специальных полигонах. Этот способ считается наименее экологичным, так как нефтепродукты сохраняют свои опасные свойства и оказывают негативное влияние на окружающую среду в течение долгого времени [2].

3. *Сжигание.* Способ применяется при угрозе прорыва нефти в водные источники и является экстренной мерой. Данный метод не пользуется популярностью, так как при сжигании в атмосферный воздух попадают продукты возгонки и неполного окисления нефти, что приводит к увеличению содержания парникового газа. Вместе с тем возникает необходимость вывозить землю после сжигания в специально отведенные места.

Важно понимать, что сущность механических методов состоит в переносе загрязнителя, проблема очистки почвы при проникновении загрязнения на глубину не решается, из-за чего этот способ часто используют как предварительный этап очистки.

**Физико-химические методы очистки**

1. *Промывка почвы.* Осуществляется в специальных установках (в промывных барабанах) с применением моющих веществ, детергентов, после чего промывные воды проходят процесс отстаивания в гидроизолированных емкостях, где проводится их разделение [3]. Промывка почвы не только очищает загрязненную нефтью почву, но также удаляет из нее тяжелые металлы. Эффективность способа может быть повышена путем добавления поверхностно-активных веществ. Различные ПАВы удаляют определенные фракции сырой нефти из почвы, например, додецилсульфат натрия (SDS) – алифатические углеводороды, в то время как сапонин и рамнолипид – полициклические ароматические углеводороды. Этот способ, несомненно, является простым и эффективным, однако длительность и трудоемкость процесса ограничивают его повсеместное использование.

2. *Экстракция.* Способ разделения жидких смесей с использованием подходящего растворителя. Процесс включает 3 последовательных этапа: смешивание исходной смеси веществ с экстрагентом, механическое разделение двух образовавшихся фаз, удаление экстрагента из обеих фаз и его регенерация для повторного использования. В результате механического разделения получают раствор экстрагируемого вещества (экстракт) и остаток исходного раствора (рафинат) или твердое вещество. Извлечение экстрагируемого вещества из экстракта и регенерацию экстрагента осуществляют дистилляцией, выпариванием, кристаллизацией. Преимуществами экстракции являются низкие рабочие температуры, возможность совмещения с другими технологическими процессами (ректификацией), простота используемых устройств. Недостатком экстрагирования является трудность полного удаления экстрагента из экстрагируемых веществ.

3. *Сорбция*. Одним из самых эффективных способов очистки почвы при аварийных разливах является сорбция. Процесс основан на применении различных сорбентов, образующих агломераты при контакте с нефтью. Часто используются силикагель, оксид алюминия, диоксид кремния, различные ионообменные смолы, ил, торф, опилки. Основные преимущества сорбентов: низкая токсичность, эффективность, дешевизна, легкость утилизации, а также возможность использования отходов производства [4].

#### **Химические методы очистки**

Восстановление и окисление – этом способе токсичные загрязняющие вещества переводят в менее токсичные соединения, более стабильные или инертные. В качестве реагентов используют озон, пероксид водорода, гипохлориды, хлор и диоксид хлора.

Также используют смесь пероксида водорода и ионов железа. Пероксид водорода является сильным окислителем, который генерирует гидроксильные ионы во время реакции, а ион железа действует как катализатор. Гидроксильные ионы являются очень мощными и эффективными реагентами, которые разрушают загрязняющие вещества, присутствующие в почве.

Химический метод – это быстрый способ обработки загрязненной почвы, но химикаты могут представлять серьезную угрозу для близлежащей почвы из-за выщелачивания или побочных реакций. Кроме того, удаление загрязнения может быть не полным, что приводит к образованию промежуточных токсичных веществ [5].

#### **Биологические методы очистки**

Биоремедиация – использование технологий и оборудования, предназначенных для биологической очистки почв. Технологии биоремедиации подразделяются на разные виды в зависимости от того, осуществляются ли они непосредственно в месте загрязнения (МЗ) или вне его, а также вносятся ли в МЗ микроорганизмы.

1. Биоремедиация *in situ* – проводится непосредственно в МЗ, путем соответствующей обработки почвы. Это означает, что интенсификация естественного микробного сообщества осуществляется путем внесения в загрязненную среду биогенов, как правило, минеральных солей азота и фосфора.

2. Биоремедиация *ex situ* – осуществляется вне МЗ. Загрязненный грунт вывозится с МЗ, подвергается биоремедиации на специальных объектах и возвращается обратно в МЗ.

Таким образом, биоремедиация состоит из биостимуляции и биомониторинга.

А. *Биостимуляция in situ* (биостимуляция непосредственно в МЗ) основана на стимуляции роста природных (исходных) микроорганизмов, встречающихся в естественных условиях в МЗ и потенциально способных утилизировать загрязняющее вещество. Однако микроорганизмы не способны в полной мере очистить почву из-за отсутствия необходимого набора факторов роста. Такая биостимуляция достигается многократным введением большого количества минеральной питательной среды, содержащей катионы натрия, кальция и магния.

Б. *Биостимуляция in vitro*. В этом случае из МЗ извлекаются образцы природной почвенной микрофлоры, которые впоследствии «стимулируются» вне МЗ (выращиваются в ферментерах) за счет добавления необходимых факторов роста и соединений, индуцирующих биodeградацию целевого загрязнителя. После этого в МЗ вносят «стимулированную» микрофлору.

В. *Биооementация*. В МЗ вносят чужеродные для данного места микроорганизмы, предварительно выделенные из природных источников и/или специально генетически модифицированные.

С помощью биостимуляции и применения биопрепаратов возможно удалить до 90..98 % нефтяных загрязнений в почвенной среде. Остальные углеводороды более устойчивы к биологическому разложению, но инертны и не опасны для окружающей среды.

Недостатком биологического метода является то, что трудно предсказать исход с достаточной степенью точности [4].

#### **Перспективные методы очистки**

1. *Электрохимическая очистка*. Применяется для удаления из почвы хлорсодержащих углеводородов, различных нефтепродуктов, фенолов. При движении электрического тока через почву осу-

ществляется процесс электролиза, электрокоагуляции, реакции электрохимического окисления и электрофлотации. Основным оборудованием для электрохимической очистки являются источник электроэнергии и система электродов (анодов и катодов), погруженных в грунт на глубину загрязнения. Электроды устанавливаются в соответствии с наиболее эффективной схемой размещения, обеспечивающей наивысшую степень очистки при минимально возможных энергозатратах. Вследствие пропускания постоянного электрического тока сквозь нефтезагрязненный грунт проходят окислительно-восстановительные процессы, характерные для электролиза растворов.

Электрохимический метод воздействия является перспективным для решения экологических проблем, не исключая и очистку почв от нефтепродуктов. К плюсам этого метода относятся: высокая эффективность очистки (уровень обеззараживания почвы при электрохимической очистке близится к ста процентам, минимальный же показатель – 95 %), мобильность за счет использования компактного, возможность удалять из почвы также такие элементы как ртуть, свинец, мышьяк, кадмий, цианиды. К минусам метода можно отнести достаточно высокую стоимость (100–250 \$ за 1 м<sup>3</sup> почвы) [6].

2. *Фиторемедиация.* Одно из новых направлений биологической очистки, основанное на применении растений их способности поглощать и накапливать загрязнения в своих частях, а также активизировать деятельность почвенных микроорганизмов в борьбе с загрязнениями, обеспечивая их необходимыми питательными элементами. Преимуществами фиторемедиации является: возможность осуществления процесса на большой территории и простота реализации. Данная технология обеспечивает устойчивый процесс очистки, благодаря высокому адаптационному потенциалу и мутуалистическим отношениям растений и микроорганизмов, но главное – не требует крупных энергозатрат, так как управляется солнечной энергией, используемой в процессе фотосинтеза, и является экономически выгодным.

### Заключение

Ущерб, наносимый аварийными разливами нефтепродуктов, нельзя недооценивать, ведь последствием является снижение естественных природных процессов, почва перестает быть плодородной и снимается с учета земель сельскохозяйственного назначения. Поэтому необходимо продолжать исследования и разработку новых технологий, позволяющих в короткое время и без вреда для окружающей среды ликвидировать последствия подобных аварий.

Рассмотрев различные существующие методы очистки почв от нефтепродуктов и совершив их сравнительный анализ, можно сделать вывод, что наиболее конкурентоспособным является метод биоремедиации. Однако существуют различные перспективные методы, которые используют и вместе с тем стремительно развивают, учитывая их влияние на окружающую среду, что в скором времени сделает их применение более распространенным.

### Список источников

1. *Пашкевич М. А., Быкова М. В.* Методика термической десорбционной обработки локального загрязнения почв нефтепродуктами на объектах минерально-сырьевой отрасли // Журнал Горного института. 2022. 49–60.
2. *Фазылова Т. Х., Хайбуллина Э. Г.* Проблема нефтяных загрязнений почвы // Материалы VI Междунар. студенческой научной конф. «Студенческий научный форум»/ Уральский государственный горный университет, 2014. С. 14.
3. *Буланова А. В., Грецкова И. В., Муратова О. В.* Исследование сорбционных свойств сорбентов, применяемых для очистки почв от нефтяных загрязнений // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. 2005. № 3. С. 150–157.
4. *Заболотских В. В., Танких С. Н., Васильев А. В.* Технологические подходы к детоксикации и биовосстановлению нефтезагрязненных земель // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. № 5. С. 341–351.
5. *Лодоло А.* Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами: справочник. М.: РЭФИА и НИА-Природа, 2003. 258 с.
6. *Скворцов А. П.* Способы очистки почвы после аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // Политехнический молодежный журнал. 2020. № 2. С. 1–11.



УДК 004.6

**Н. С. Лукьянчук**

студент кафедры прикладной математики

**С. В. Удахина**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## СМАРТ-КОНТРАКТЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-СРЕДЫ

### Введение

В современном мире технология блокчейн позволяет людям использовать такой элемент, который является самым передовым технологическим достижением прогрессивного мира – смарт-контракт. Главной особенностью смарт-контракта является автоматическое выполнение деловых сделок, а также автоматическое выполнение операций при соблюдении всех указанных нами условий. На данный момент человечество еще анализирует сферы применения, преимущества и недостатки смарт-контрактов, делая вывод об их актуальности и дальнейших перспективах.

### Материалы и методы

Смарт-контракты – это специальное программное обеспечение, которое позволяет автоматически выполнять условия договора или другие соглашения. Они стали доступны благодаря появлению блокчейн технологии [1]. Это позволяет заключать сделки автоматически, то есть не требуется участие внешней стороны, что особенно удобно для сложных коммерческих сделок. Смарт-контракты основаны на алгоритмах и работают на основе контрактных постулатов – вложенных требований, предусмотренных в ходе сделки. Контрактные постулаты могут включать различные условия, например, обязательства по оплате, порядок достижения согласия по договору и другие требования. Когда блокчейн сеть видит, что были выполнены все требования и условия контракта, она начинает исполнение смарт-контракта. Затем смарт-контракт проверяет, что требования были действительно выполнены, и автоматически удовлетворяет их [8]. При использовании смарт-контрактов уровень защиты и безопасности повышаются. Так как данные хранятся в блокчейне, все партнеры сделки имеют доступ и видят изменения в любое время, обеспечивая полную прозрачность. Данное программное обеспечение сети блокчейн использует шифрование для защиты, которая дает гарантию безопасности. Это значит, что данные в блокчейне не могут быть изменены или подделаны. В целом, смарт-контракты являются быстрым и надежным способом обработки сделок, который обеспечивает прозрачность, защиту и безопасность.

Смарт-контракты основаны на принципе «письменной контрактной установки» и состоят из трех основных составляющих: технологической, юридической и контрактной. Необходимо иметь хорошее понимание всех трех составляющих, чтобы использовать смарт-контракты. На технологической составляющей основывается адрес доступа, блокчейн, скрипты и протоколы сети. Это означает, что смарт-контракт требует наличия той или иной технологической платформы, например, для Ethereum. Также при технологической составляющей важен язык, на котором разработан смарт-контракт. Чаще всего это язык Solidity, используемый для разработки на платформе Ethereum [5]. Чтобы превратить смарт-контракт в действительный договор, требуется юридическая составляющая, включающая правовые условия, законодательные предписания и обязанности сторон и набор правил и процедур, подготовленных по установленным правовым законам. Контрактная составляющая представляет собой официальное заключение между сторонами о их отношениях и условиях договора [11]. Это самый важный этап разработки договора, так как в нем прописывается заказчику, что он получит в зависимости от стоимости и продолжительности договора, а его противоположная сторона будет выполнять. После того, как будут подготовлены все три части смарт-контракта, они могут быть добавлены в блокчейн, где по требованиям контракта происходит проверка и выполнение требований условий поручения с автоматизированным процессом. Автоматическое выполнение означает, что договор будет выполняться и отслеживаться без необходимости в дополнительном человеческом вмешательстве [10]. Смарт-

контракты открывают целый мир автоматизированных возможностей. Они могут включать аспекты исключительно цифровых транзакций, а также быть использованы для расширенных сделок.

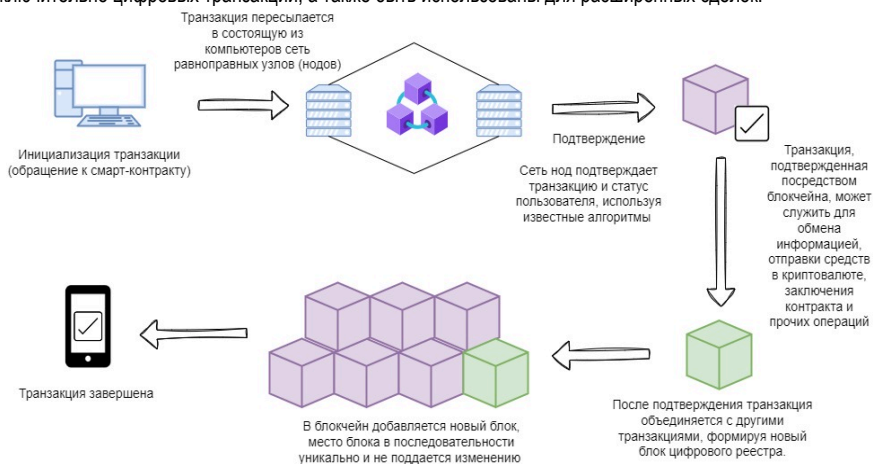


Рис. 1. Схема работы смарт-контракта

Модель формирования смарт-контракта основывается на множестве принципов, которые могут предоставить архитектуру и фреймворк для построения программного кода смарт-контракта. Для начала разработчики определяют изменяемые параметры смарт-контракта, такие как количество пользователей, цели и обязательства торговли, элементы контракта и связанные с ними транзакции. Далее они используют такие инструменты, как блокчейн и актуарные правила соглашения, для создания смарт-контракта, который будет соответствовать потребностям контрактных сторон. Смарт-контракт затем подлежит проверке, а затем и публичному распространению на блокчейне.

В завершении стороны могут использовать смарт-контракт для взаимодействия и проверки правильности и подлинности обменных процессов. Блокчейн поддерживает доступ к всем транзакциям для каждой стороны в реальном времени. Смарт-контракты также могут использоваться для удобства системы согласования и информирования всех участников, что позволяет ускорить процесс отслеживания и взаимодействия [9].

Смарт-контракты имеют множество преимуществ, и они несомненно имеют значительный вклад в цифровую экономику. Они обеспечивают лучшую последовательность и прозрачность в договорах без необходимости дополнительного вмешательства сторон:

- *надежность, обусловленную использованием блокчейн технологии* – данные максимально защищены от какого-либо несанкционированного доступа и несанкционированной модификации;
- *автоматизацию* – смарт-контракты дают возможность автоматизировать процесс расчетов, что обеспечивает быстрые и надежные транзакции, где платежи могут обрабатываться намного быстрее и безопаснее, чем обычные транзакции;
- *эффективность* – смарт-контракты уменьшают время передачи данных между участниками и повысить пропускную способность, транзакции обрабатываются гораздо быстрее и эффективнее.
- *экономии времени и средств* – смарт-контракты помогают избежать вас от необходимости собирать данные или производить ручные расчеты, что занимает очень много времени. Это позволяет им экономить деньги, так как требуется меньше времени и сил для отслеживания и управления транзакциями;
- *гибкость* – смарт-контракты могут быть легко модифицированы в зависимости от потребностей пользователей. Они предоставляют простоту передачи данных и точность данных для выполнения своих задач.

Учитывая описанные выше преимущества, можно сказать, что смарт-контракты вполне могут принести новые инвестиции и инновации.

На сегодняшний день наиболее популярными платформами для смарт-контрактов являются Ethereum, EOS, Hyperledger и Tron. Ethereum является основной децентрализованной криптовалютой сетью для выполнения смарт-контрактов, и предлагает мощную и гибкую инфраструктуру для приложений децентрализованных систем [2]. Он базируется на архитектуре Рэка и использует язык программирования Solidity, где позволяет пользователям создавать разнообразные приложения децентрализованных систем, включая Интернет-валютные токены, верификационные атрибуты и голосование.

EOS является децентрализованным операционным системой, а не просто протоколом, и предназначен для разработки большинства децентрализованных приложений [6]. Он имеет расширенную архитектуру, которая позволяет загружать большие объемы данных и более высокое управление производительностью. EOS поддерживает множество программных языков программирования, таких как C, C++, и другие. Она предоставляет смарт-контракт платформы для привязки бизнеса и позволяет пользователям создавать и использовать децентрализованные приложения.

Hyperledger это открытое ПО для смарт-контрактов, нацеленное на бизнес и предназначенное для развития различных децентрализованных приложений. Данное ПО поддерживает множество языков, включая JavaScript, Python и предлагает возможность разработки и поддержки большого количества смарт-контрактов с открытым исходным кодом и пользовательскими библиотеками [3]. Существует поддерживаемая «комиссия по транзакциям», в которых платежи уплачиваются членами сети за каждую отработанную транзакцию.

Tron – это протокол децентрализованных приложений и платформа для разработки смарт-контрактов [4]. Он поддерживает языки программирования Java и Solidity, а также дает набор инструментов для разработчиков смарт-контрактов, поддерживает дистрибутивное приложение в области мультимедийных трансляций и прикладные программы, предоставляет API и средства для интеграции с существующими системами [7].

Смарт-контракты могут открывать дверь к широкому целевому рынку, такие контракты сопряжены с определенной сложностью в их использовании. Как правило, интеграция смарт-контрактов во внешнюю обстановку может потребовать значительных ресурсов и времени, чтобы быть правильно понятным и построенным. С этим связаны затраты на разработку, тестирование, юридические консультации и другие элементы, которые должны быть реализованы при работе с ними [12].

Кроме того, смарт-контракты можно написать неправильно, поэтому безопасная реализация необходима. В результате разработчики должны приложить большие усилия для тестирования и отладки смарт-контракта перед внедрением его в блокчейн. Для обеспечения безопасной работы программы требуются высокие уровни интеллектуальной сложности. Нужно долгое время чтобы понять, что должно быть добавлено или изменено для безопасного и эффективного внедрения таких контрактов.

## Результаты

При использовании смарт контрактов имеются и отрицательные стороны, а именно: сложность процесса и требовательность к ресурсам. Согласно проведенному анализу можно сделать вывод, что смарт-контракты могут дать потенциально большие доходы для компаний, использующих их для продажи товаров и услуг, но использование таких контрактов может также быть сложно и длительным процессом. Поэтому требуются знания и опыт на стороне разработчика.

В данной статье проводился анализ плюсов и минусов смарт-контрактов для цифровизации условий договорных отношений, а также были рассмотрены платформы для их реализации. Материал данной статьи позволит сделать выбор их применения для осуществления практических задач.

## Список источников

1. *Вашкевич А. М.* Смарт-контракты: что, зачем и как. М.: Симплойер, 2018. 89 с.
2. Обзор платформ для разработки смарт-контрактов / М. А. Ржавитина, Н. А. Мелков, А. С. Пак, А. Ю. Спиридонов // Молодой ученый. 2020. № 27 (317). С. 63–65.

3. Hyperledger архитектура. Т. II. URL: [https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2018/04/Hyperledger\\_Arch\\_WG\\_Paper\\_2\\_SmartContracts.pdf](https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2018/04/Hyperledger_Arch_WG_Paper_2_SmartContracts.pdf) (дата обращения: 14.10.2022).
4. Что такое TRON (TRX) и как он работает? URL: [https://www.gate.io/ru/blog\\_detail/1010/what-is-tron-trx-and-how-does-it-work](https://www.gate.io/ru/blog_detail/1010/what-is-tron-trx-and-how-does-it-work) (дата обращения: 21.10.2022).
5. Как устроен ethereum и смарт-контракты. URL: <https://vas3k.ru/blog/ethereum/> (дата обращения: 21.10.2022).
6. Разработка смарт-контрактов EOS: понимание основных концепций написания dApps на EOS. URL: <https://medium.com/quillhash/eos-fundamentals-for-developers-essential-concepts-for-starting-eos-development-9d8e1a263724> (дата обращения: 22.10.2022).
7. Аналитический обзор по теме «смарт-контракты». URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/47862/SmartKontrakt\\_18-10.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/47862/SmartKontrakt_18-10.pdf) (дата обращения: 22.10.2022).
8. Трунцевский Ю. В., Севальнев В. В. Смарт-контракт: от определения к определенности // Право // Журнал Высшей школы экономики. 2020. № 1. С. 118–147.
9. Исследование смарт-контрактов. URL: [https://ipqorum.ru/upload/issledovanie\\_smart-kontrakt-hpLuTdmS.pdf](https://ipqorum.ru/upload/issledovanie_smart-kontrakt-hpLuTdmS.pdf) (дата обращения: 05.11.2022).
10. Что такое смарт-контракты: как работают, их типы и особенности. URL: <https://mosdigitals.ru/media/chto-takoe-smart-kontrakty-kak-rabotayut-ikh-tipy-i-osobennosti> (дата обращения: 06.01.2023).
11. Смарт-контракты: юридическая природа и сфера их применения. URL: <https://habr.com/ru/company/digitalrightscenter/blog/680692/> (дата обращения: 07.01.2023).
12. Что такое смарт-контракты простыми словами: разработка и применение, преимущества и недостатки + перспективы смарт-контрактов. URL: <https://biznesovo.ru/kriptovalyuta/chto-takoe-smart-kontrakty-prostymi-slovami-razrabotka-i-primenenie-preimushhestva-i-nedostatki-perspektivy-smart-kontraktov> (дата обращения: 14.01.2023).

УДК 520.6.07

**К. В. Лявданский**

студент кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

**Е. А. Чекмаев**

студент кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В настоящий момент в космических исследованиях набирают популярность наноспутники – космические аппараты массой (1÷10) килограмм (рис. 1). В составе орбитальных группировок они могут решать задачи по дистанционному зондированию Земли, обеспечивать связь с отдаленными территориями, проводить отслеживание траекторий движения водного и воздушного транспорта, что выйдет дешевле, чем при применении более крупных аналогов [1].

Одним же из недостатков наноспутников является отсутствие возможности запастись достаточным количеством топлива для маневрирования при выходе на орбиту, для схода с нее и для корректировки движения. Рассмотрим существующие решения данной проблемы.

На спутниках компании Planet (бывшее Planet Labs) установлены солнечные панели, изменяя ориентацию которых относительно вектора скорости спутника можно добиться быстрого (перпендикулярное положение) и медленного (параллельное положение) торможения [1]. Данные процессы показаны на рис. 1.

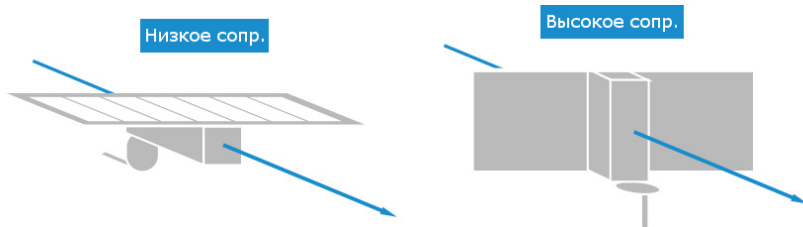


Рис. 1. Конфигурация аппаратов Planet Labs в полете

Главными недостатками такого метода является необходимость наличия молекул газа, то есть ограничивает применение низкой орбитой и необратимое снижение скорости с последующим сходом с оптимальной траектории и падением.

Вторым действенным методом корректировки движения космического аппарата без активного участия двигателей является солнечный парус. Так, частная некоммерческая организация «Планетарное общество» применило в своем аппарате NanoSail-D2 (рис. 2) именно такую технологию [2].

Третий метод заключается в использовании двигателей на холодном газе для использования на наноспутниках. Осенью 2022 года стало известно, что Spire Global в своей группировке Lemur применит именно такую разработку [3].

Установка (рис. 3) содержит в себе йод в твердой форме, что приводит к повышенной компактности и безопасности оборудования. В момент активации топливо сублимируется и выходит через узкое сопло наружу, создавая реактивную тягу.

Четвертым и самым популярным методом являются плазменные двигатели. Первый образец одного был применен в 1964 году [1]. В настоящий момент большинство подобных устройств использует в качестве топлива аргон в его газообразной форме.

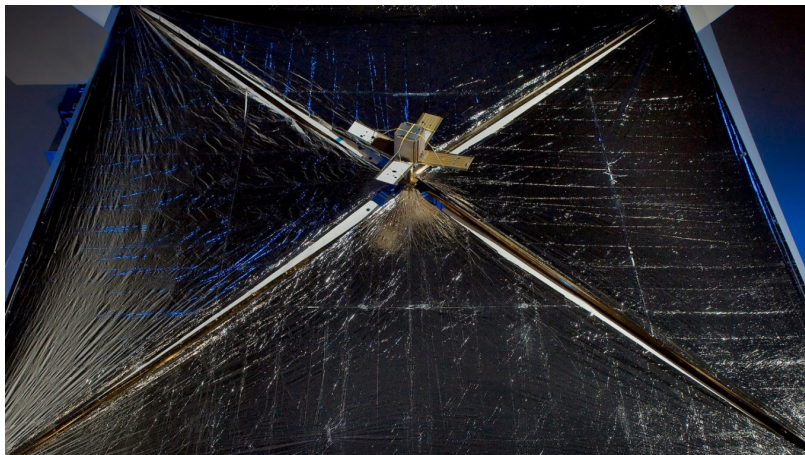


Рис. 2. Аппарат NanoSail-D2 с развернутым солнечным парусом



Рис. 3. Двигатель I2T5 в двух вариантах: передняя (слева) и боковая (справа) тяги

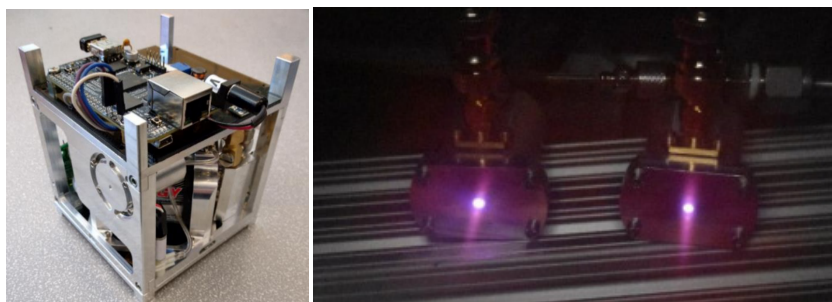
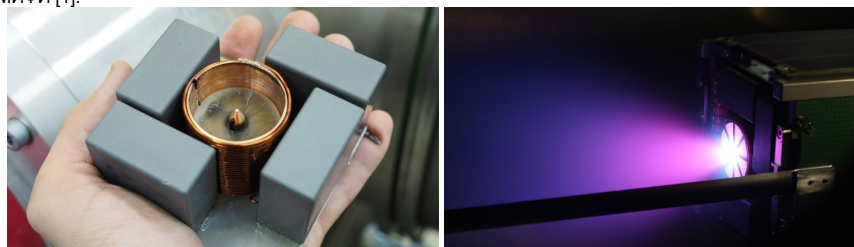


Рис. 4 «Pocket Rocket»: а – в собранном и интегрированном в предполагаемую структуру виде; б – тестовый запуск данной установки

Калифорнийский политехнический государственный университет разработал «Pocket Rocket» (рис. 4) – легкий, эффективный микроплазменный двигатель [4]. Была разработана компактная, конструкция, объединяющая всю силовую установку, включая систему доставки и хранения газа, аккумулятор, систему управления и два независимых двигателя в 1U CubeSat форм-факторе. С бортовой регулировкой давления двигатель горит более 3 часов.

В 2022 году проведены испытания плазменного двигателя VERA, (рис. 5б) разработанного в МИФИ [1].



а

б

Рис. 5 VERA: а – в процессе сборки (рабочее тело, заключенное между медной катушкой и электродом, четыре конденсатора); б – наземные испытания установки

От зарубежных аналогов он отличается отсутствием баллонов с газом. Рабочим телом данной установки является пластик полиацеталь (рис. 5а), который, выгорая под воздействием разрядного тока образует плазму, которая и создает тягу. Предполагается, что временной ресурс собранной системы будет составлять порядка тысячи часов.

Как известно [1], в настоящее время повышенным интересом пользуются наноспутники в космических программах университетов и частных предприятий, так что разработка компактного, достаточно мощного двигателя является необходимой задачей современной космонавтики. Очевидно, что применять технологию изменения скорости космического аппарата с помощью вариативного сопротивления его поверхности частицам, встречающимся в околоземном пространстве нецелесообразно без применения средства поворота и стабилизации относительно траектории движения. Космический парус занимает значительную площадь и также малоэффективен в области задач CUBESAT. Из оставшихся двигателей наиболее перспективными выглядят плазменные за счет относительно малого количества потребляемого топлива и высокого удельного импульса, в сравнении и химическими [4]. Однако они нуждаются в некоторой доработке из-за высоких требований к энергосистеме наноспутника и малой мощности.

#### Список источников

1. Полякова М. Плазменный двигатель от МИФИ испытают в космосе до конца года. URL: <https://strana-rosatom.ru/2021/07/26/s-o-s-sekret-preimushhestva-plazmennogo/> (дата обращения: 14.11.2022).
2. Королев В. В. Первый в истории частный спутник на солнечном парусе вышел на орбиту. URL: <https://nplus1.ru/material/2015/05/22/Solar-sail> (дата обращения: 14.11.2022).
3. Официальный сайт компании ThrustMe. URL: <https://www.thrustme.fr/> (дата обращения: 16.11.2022).
4. Sebastian Gnagy, Alec Henken, Amelia Greig, CubeSat Electrothermal Plasma Micro-Thruster: System Development and Integration. URL: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4078&context=smallsat> (дата обращения: 16.11.2022).

УДК 53.072

**Г. А. Марущенко**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРА НА ЭЛЕМЕНТЕ ПЕЛЬТЬЕ В ЦЕЛЯХ ЭКОНОМИИ ПЕЧНОГО ТОПЛИВА И УВЕЛИЧЕНИЯ КПД ПЕЧИ

### Введение

Каждая десятая семья в России испытывает нехватку тепла в своем жилье, а каждая пятнадцатая – согревает дома и квартиры с помощью печей. И как ни странно, но это так. На нехватку тепла в домах пожаловались 10,7 % россиян, оценивших состояние своих жилищ в 2019 году. Элементы Пельтье широко применяются для охлаждения малогабаритных элементов электронных устройств, таких, как микропроцессоры, однако элемент Пельтье используется не только в электронных устройствах, но и в устройствах, которые позволяют увеличивать КПД печи, равномерно распределять тепло по комнате и снижать затраты на печное топливо. Рассмотрим целесообразность применения данного вентилятора.

### Материалы и методы

Что же такое эффект Пельтье? Под данным термином подразумевают термоэлектрическое явление, открытое в 1834 году французским естествоиспытателем Жаном-Шарлем Пельтье. Суть эффекта заключается в выделении или поглощении тепла в зоне, где контактируют разнородные проводники, по которым проходит электрический ток.

В соответствии с классической теорией существует следующее объяснение явления: электрический ток переносит между металлами электроны, которые могут ускорять или замедлять свое движение, в зависимости от контактной разности потенциалов в проводниках, сделанных из различных материалов. Соответственно, при увеличении кинетической энергии, происходит ее превращение в тепловую.

На втором проводнике наблюдается обратный процесс, требующий пополнения энергии, в соответствии с фундаментальным законом физики. Это происходит за счет теплового колебания, что вызывает охлаждение металла, из которого изготовлен второй проводник.

Современные технологии позволяют изготовить полупроводниковые элементы-модули с максимальным термоэлектрическим эффектом. Имеет смысл кратко рассказать об их конструкции.

Сам элемент представлен на рис. 1

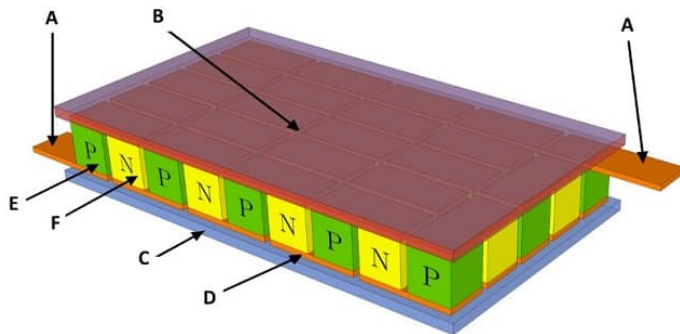


Рис. 1. Элемент Пельтье



Современные модули представляет собой конструкцию, состоящую из двух пластин-изоляторов (как правило, керамических), с расположенными между ними последовательно соединенными термодипольными элементами. Обозначения:

- a – контакты для подключения к источнику питания;
- b – горячая поверхность элемента;
- c – холодная сторона;
- d – медные проводники;
- e – полупроводник на основе p-перехода;
- f – полупроводник n-типа.

Познакомимся с самим вентилятором (рис. 2).



Рис. 2. Вентилятор на элементе Пельтье

Его не нужно снимать и устанавливать. Печь остыла – вентилятор остановился, печь нагрелась, вентилятор активизировался. Чем выше температура печи, тем выше скорость вращения лопастей. Что же происходит, когда мы используем данный вентилятор? Мы принудительно увеличиваем скорость потока воздуха на поверхности печи. Термовентилятор выполнен из экструдированного алюминия, который обладает хорошей теплопроводностью. Значит, при установке на печь, становится частью системы печи и увеличивает площадь теплообмена. Важно разобраться, как передается тепло от сгоревших дров в конструкцию печи и как передается тепло от печи в помещение. В обоих случаях работает принцип теплообмена, то есть печь это система сжигания топлива и теплообменная система. Для металлических печей пренебрегаем инфракрасным излучением (хотя это тоже полезное тепло, но его всего 10–20 % от всего полезного тепла). Основное тепло – конвективное, то есть нагретый воздух, который нагревает остальные предметы в помещении. Разберемся с теплообменным процессом. В теплообмене участвуют два основных параметра: площадь теплообмена (ребра, трубы) и скорость движения соприкасающегося воздуха. Также значительным параметром будет температура воздуха среды, в которой работает печь, но этим параметром будем пренебрегать, так как избыточное тепло нам не нужно, если мы не в парилке (в бане, в сауне).

Далее важно понять, что скорость потоков воздуха (газов) в топке нужна невысокая, для того чтобы газы успели передать температуру на поверхность топочной камеры (это мы регулируем заслонками). А вот скорость потоков воздуха на внешней поверхности печи нужна высокая, чтобы снимать максимум тепла (это мы никак не регулируем, скорость определяет естественная конвекция).

В итоге не сложно догадаться, что чем ниже температура газов в дымоходе, тем выше КПД печи. В абсолютном идеале температура дымовых газов равна температуре воздуха отапливаемого помещения.

Итог: мы увеличили два основных параметра наружного теплообмена печи. В лабораторных испытаниях проведены замеры дымовых газов с вентилятором и без, результаты подтвердили теорию. Повышение КПД – это одно из положительных качеств. Второе – это рассеивание ламинарных восходящих конвективных потоков воздуха (которые греют обычно потолок) и создание равномерной температуры в отапливаемом помещении.

### Результаты

Проведем эксперимент и выясним, насколько быстрее нагревается комната. За конечную цель возьмем 21 °С. Результаты представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

#### Показания термометров при использовании вентилятора на элементе Пельтье

Время с использованием	1 термометр (над печкой) с исп.	2 термометр (в центре) с исп.	3 термометр (у выхода) с исп.
14:40	6	6	6
15:00	10	8	6
15:20	15	10	7
15:40	24	13	8
16:00	32	15	10
16:20	51	18	12
16:40	75	21	15

Таблица 2

#### Показания термометров при использовании вентилятора на элементе Пельтье

Время без использования	1 термометр (над печкой) без исп.	2 термометр (в центре) без исп.	3 термометр (у выхода) без исп.
14:40	6	6	6
15:00	8	7	6
15:20	12	9	7
15:40	19	11	8
16:00	26	13	9
16:20	38	15	10
16:40	49	18	12
17:00	62	20	13
17:20	75	22	15

Проведем расчеты. Дом общей площадью 150 м<sup>2</sup> и утепленный соответственно СНиП (строительным нормам и правилам). В самое холодное время для обогрева помещения понадобится порядка 100 Вт/м<sup>2</sup>. Примем средний расход энергии за 50 Вт/м<sup>2</sup>. Отопительный сезон длится 7 месяцев (214 дней). При непрерывном отоплении получаем:

$150 \text{ м}^2 \cdot 50 \text{ Вт/м}^2 \cdot 24 \text{ ч} \cdot 214 \text{ дн} = 38,52 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$ , что приблизительно соответствует 33 Гкал.

Удельная низшая теплота сгорания абсолютно сухих дров составляет 4440 ккал/кг. При естественной сушке в течение около двух лет остаточная влажность древесины составляет 20 %, удельная теплота сгорания – 3400 ккал/кг. КПД печи примем за 70 %.

Вычисляем необходимое количество дров:

$33000 \text{ ккал} \cdot 1000 / 3400 \text{ ккал/кг} / 0,7 / 0,730 \text{ кг/м}^3 \approx 19 \text{ м}^3$ ,

где  $0,730 \text{ кг/м}^3$ , – плотность дубовой древесины.

В перерасчете на березу искомая величина составляет  $21,3 \text{ м}^3$ , на сосну –  $26,4 \text{ м}^3$ .

Во время проведения эксперимента, для обогрева помещения с помощью тепло вентилятора потребовалось на 30 % меньше дров.

Соответственно, при использовании тепловентилятора потребуется:

- березовых дров –  $14,91 \text{ м}^3$ ;

- дров из сосны –  $18,48 \text{ м}^3$ .

Согласно информации с сайта Авито стоимость дров:

- береза за  $1 \text{ м}^3$  – 4000 руб.;

- сосна за  $1 \text{ м}^3$  – 3500 руб.

Таблица 3

**Траты на отопление без использования тепловентилятора**

	Объем, м <sup>3</sup>	Цена, 1м <sup>3</sup> руб.	Итого, руб.	за 1 месяц отопительного сезона
береза	21,3	4000 Р	85 200 Р	12 171 Р
сосна	26,4	3500 Р	92 400 Р	13 200 Р

Таблица 4

**Траты на отопление при использовании тепловентилятора**

	Объем, м <sup>3</sup>	Цена, 1м <sup>3</sup> руб.	Итого, руб.	за 1 месяц отопительного сезона
береза	14,91	4000 Р	59 640 Р	8520 Р
сосна	18,48	3500 Р	64 680 Р	9240 Р

Сделаем выводы: при использовании вентилятора на элементе Пельтье мы выяснили, что увеличивается КПД печи. Экспериментальным путем мы выяснили, что в отопительный сезон при использовании вентилятора на элементе Пельтье экономится около 25 тысяч рублей (30 % от суммы, которая тратится на отопление без использования), в следствии чего экономится и печное топливо, а также наше помещение нагревается быстрее до нужной нам температуры.

**Список источников**

1. Гнусин П. И. Исследование эффективности элемента Пельтье при различных режимах работы. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-effektivnosti-elementa-peltie-pri-razlichnyh-rezhimah-raboty/viewer> (дата обращения: 16.02.2023).
2. Печь как «национальное достояние». URL: <https://www.pnp.ru/social/pech-kak-nacionalnoe-dostoyanie.html> (дата обращения: 16.02.2023).
3. Дмитрий Макаров. Что такое элемент Пельтье, его устройство, принцип работы и практическое применение. URL: <https://www.asutpp.ru/что-такое-element-pelte-i-ego-primeneniye.html> (дата обращения: 16.02.2023).
4. Тепловой вентилятор для печи. URL: <https://dnpruchei.ru/teplovoy-ventilyator-dlya-pechi/> (дата обращения: 16.02.2023).
5. Элемент Пельтье. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/element-pelte/> (дата обращения: 16.02.2023).
6. Элемент Пельтье, принцип работы. URL: <https://principraboty.ru/yelement-pelte-princip-raboty/> (дата обращения: 16.02.2023).

УДК 551.58

**Р. Д. Машковцев**

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**ПОСЛЕДНИЕ НОВОСТИ О КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ НА ЗЕМЛЕ**

В настоящее время проблема глобального потепления является одной из самых важных и обсуждаемых в мире. Рассмотрим аргументации за и против гипотезы глобального потепления.

Существуют статистические основания, чтобы считать глобальное потепление серьезной угрозой. Изменение среднегодовой температуры поверхности Земли за последние несколько веков испытывает значительное увеличение (рис. 1) [1].

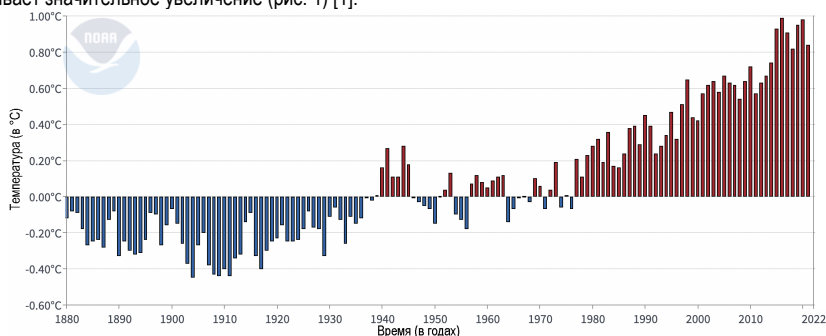


Рис. 1. График зависимости среднегодовой температуры поверхности Земли от времени

Измерение среднегодовой температуры поверхности Земли является не единственным методом исследования климатических изменений. Непрерывно проводятся наблюдения за таянием ледников, уровнем океана, его закислением (рис. 2) [2].

При рассмотрении гипотезы глобального похолодания основным аргументом становятся аномально низкие температуры, локально наблюдаемые в разных частях света. Однако краткосрочные аномальные снижения температуры являются нормой для нашей планеты. В концепции глобального потепления прирост температуры является долгосрочным и постоянным явлением. Низкотемпературные аномалии наблюдаются все чаще и чаще, что получает следующее объяснение. Из-за глобального потепления холодный воздух полярных областей проникает все дальше и дальше на юг, из-за чего в некоторых регионах планеты наблюдаются аномально холодные зимы [3].

Основным аргументом противников гипотезы глобального потепления является то, что климат множество раз менялся на протяжении всей истории нашей планеты. Текущее изменение климата не достигает абсолютных значений средней температуры поверхности планеты. Важен совершенно другой фактор, а именно скорость роста температуры, очень высокая в настоящее время. Исследования показывают, что температура поверхности планеты за последние несколько веков стала расти в десятки раз быстрее, чем за последние несколько тысяч лет [4].

Важным аспектом в рассмотрении данной проблемы является влияние уровня углекислого газа в атмосфере на среднюю температуру Земли. Противники гипотезы глобального потепления утверждают, что рост содержания углекислого газа в атмосфере следует за увеличением температуры поверхности Земли, а не наоборот. Однако данная позиция в корне неверна. При окончании ледникового периода потепление зависит не от концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли, а от изменений ее орбиты вокруг Солнца.

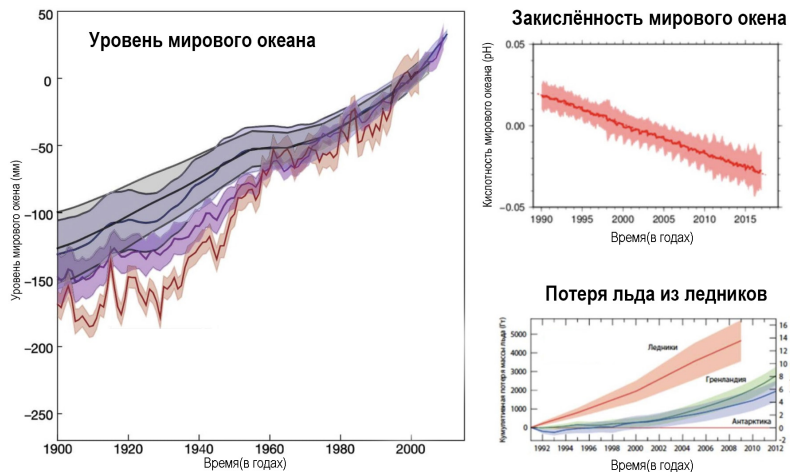


Рис. 2. Графики зависимости уровня мирового океана, его закисленности, а также потери льда из ледников от времени

Потепление ведет к возвращению растворенного углекислого газа из океанов в атмосферу. При этом  $\text{CO}_2$  попадает в атмосферу и рассеивается в ней, распространяя потепление по всей планете. То есть и увеличение температуры вызывает рост концентрации  $\text{CO}_2$ , и  $\text{CO}_2$  вызывает потепление. Однако около 90 % потепления происходит после роста концентрации  $\text{CO}_2$  [5].

Также важно рассмотреть вопрос влияния водяного пара в атмосфере на глобальное потепление. 75 % парникового эффекта действительно создается водяным паром и облаками [6]. При похолодании водяной пар выпадает в виде осадков и создает естественный парниковый эффект, откуда следует, что количество водяного пара в атмосфере сильно зависит от изменения объема неконденсирующихся парниковых газов, вызывающих рост температуры. Углекислый газ обеспечивает 80 % эффекта потепления от неконденсирующихся парниковых газов. То есть при росте уровня  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличивается количество испаряемого водяного пара, а количество возвращаемого в виде осадков уменьшается. Из-за этой сильной обратной связи между количеством водяного пара и  $\text{CO}_2$  климат столь чувствителен к потеплению от углекислого газа.

Рассмотрим возможную причастность человечества к росту содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Существует мнение [7], что в результате вулканической активности Земли в атмосферу поступает гораздо больше углекислого газа, чем в результате деятельности человека. Вулканы действительно влияют на климат, однако это влияние достаточно мало по сравнению с влиянием человечества, что видно из графика (рис. 3). Например, извержение вулкана Пинатубо, Филиппины в 1991 выделило 42 миллиона тонн  $\text{CO}_2$ , что значительно меньше 23 миллиардов тонн  $\text{CO}_2$ , выделенных человечеством в этом же году.

Одним из следствий глобального потепления являются по-видимому ставшие уже привычными лесные пожары планетарного масштаба (рис. 4). Потушить подобные пожары очень сложная задача [8].

Например, изменение климата ведет к частым вспышкам заболеваний, росту психологических проблем и повышает риск появления новых патогенов [9]. Засуха, вызванная глобальным потеплением, ведет к гибели скота. Рост температуры мирового океана влечет за собой уничтожение всех морских ресурсов. Глобальное потепление может спровоцировать глобальный голод.

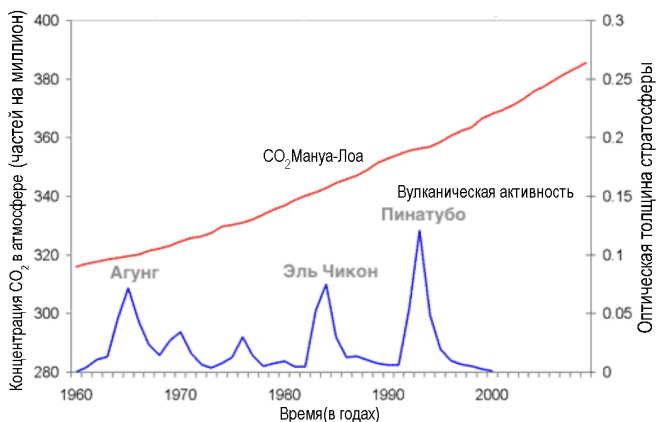


Рис. 3. Содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере, измеренное на вулкане Мауна-Лоа, Гавайи



Рис. 4. Вид лесного пожара в России. 2020 год

Еще одним примером последствий глобального потепления являются стихийные бедствия. В 2020 году из-за аномально высоких температур в Арктике теплый воздух дестабилизировал полярный вихрь, переместив его на юг, в Северную Америку, что привело к сильному похолоданию в Техасе и гибели 210 человек [10].

Важно отметить, что недостаточное внимание к проблеме глобального потепления может привести к разрушительным последствиям и серьезной угрозе как для человечества, так и для всей жизни на Земле.

#### Список источников

1. Google: Climate at a Glance Global Time Series. URL: [https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series/globe/land\\_ocean/12/12/1880-2022](https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series/globe/land_ocean/12/12/1880-2022) (дата обновления 23.11.2022).

2. Google: Positives and negatives of global warming. URL: <https://skepticalscience.com/global-warming-positives-negatives.htm> (дата обращения: 05.07.2015).
3. Google: Linking Arctic variability and change with extreme winter weather in the United States. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abi9167> (дата обращения: 01.09.2021).
4. Google: Global temperatures over last 24,000 years show today's warming 'unprecedented'. URL: <https://www.eurekalert.org/news-releases/934202> (дата обращения: 10.11.2021).
5. Google: CO<sub>2</sub> следует за температурой – что это означает? URL: <https://skepticalscience.com/translation.php?a=7&l=16> (дата обращения: 09.04.2012).
6. Google: Даже полное удаление CO<sub>2</sub> не привело бы к существенным изменениям. URL: <https://skepticalscience.com/translation.php?a=462&l=16> (дата обращения: 14.05.2011).
7. Google: Do volcanoes emit more CO<sub>2</sub> than humans? URL: <https://skepticalscience.com/volcanoes-and-global-warming-intermediate.htm> (дата обращения: 06.07.2015).
8. Google: Мега-пожары становятся нормой, предупреждают эксперты ООН. URL: <https://news.un.org/ru/story/2020/01/1370482> (дата обращения: 13.01.2020).
9. Google: Глобальное потепление – серьезная угроза здоровью. URL: <https://news.un.org/ru/story/2022/11/1434267> (дата обращения: 02.11.2022).
10. Google: Деятельность человека – общее связующее звено между всеми стихийными бедствиями, говорится в докладе ООН. URL: <https://news.un.org/ru/story/2021/09/1409502> (дата обращения: 08.09.2021).

УДК 519.254

**А. А. Мельниченко**

студент кафедры высшей математики и механики

**Л. П. Вершинина**

доктор технических наук, профессор – научный руководитель

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИКИ

Кластеризация (или автоматическая классификация, распознавание образов без учителя) занимает одно из центральных мест среди методов анализа данных и представляет собой совокупность подходов, методов и алгоритмов, предназначенных для нахождения некоторого разбиения исследуемой совокупности объектов на подмножества относительно сходных, похожих между собой объектов. При этом исходным допущением для выделения таких подмножеств, получивших специальное название кластеров, служит лишь неформальное предположение о том, что объекты, относимые к одному кластеру, должны иметь большее сходство между собой, чем с объектами их других кластеров [1].

Кластеризация активно применяется в задачах экономики. В настоящее время существует множество исследовательских работ в этом направлении:

1) кластерный анализ применяется для оценки социально-экономического развития регионов. Это помогает выявить перечень регионов с низкими социально-экономическими показателями, которым требуется первоочередная помощь. Также может быть произведен отбор регионов, которые являются или могут стать лидерами развития. При проведении кластерного анализа по одной и той же выборке за разные промежутки времени можно получить представление о динамике развития регионов. Например, в [2] проведенный анализ позволил выявить степень использования ресурсов, а также возможности территорий по улучшению показателей социально-экономического развития. Определен рейтинг социально-экономического развития Ярославской области в ЦФО;

2) также кластеризация применяется в экономике автотранспортных предприятий [3]. Целью кластерного анализа в данном случае является разделение совокупности автотранспортных предприятий на группы по интегральным показателям конкурентоспособности для оценки положения предприятия на рынке относительно конкурентов;

3) кластерный анализ используется и для оценки развития цифровой экономики регионов России [4]. С его помощью можно оценить использование цифровых технологий населением и степень оказываемого влияния бизнеса и государства на развитие цифровой экономики в субъектах РФ;

4) с помощью кластеризации формируются группы клиентов, чтобы разработать маркетинговую стратегию для каждого класса в отдельности.

Концептуальная взаимосвязь между кластерным анализом и теорией нечетких множеств основана на том обстоятельстве, что при решении задач структуризации сложных систем большинство формируемых классов объектов размыты по своей природе. Эта размытость состоит в том, что переход от принадлежности к непринадлежности элементов к данным классам постепенен. Требование нахождения однозначной кластеризации элементов исследуемой проблемной области является достаточно грубым и жестким, особенно при решении плохо или слабо структурируемых задач системного анализа, к которым относятся и задачи экономики.

Ослабление требования осуществляется за счет введения в рассмотрение нечетких кластеров и соответствующих им функций принадлежности, принимающих значение из интервала  $[0, 1]$ .

Рассмотрим один из наиболее распространенных алгоритмов нечеткой кластеризации методом *c*-means:

Матрица *A* определяет способ вычисления расстояния. Например, для единичной матрицы будем использовать расстояние по Евклиду.

Тогда алгоритм выглядит следующим образом.

1. Выбрать количество кластеров  $2 \leq c \leq d$ .
2. Выбрать скалярную метрику для отображения векторов на вещественную ось.
3. Выбрать параметр остановки  $\delta$ .



4. Выбрать коэффициент нечеткости  $w \in (1, \infty)$ .
5. Проинициализировать матрицу разбиения  $U$  (например, случайными значениями).
6. Вычислить центры кластеров по формуле:

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^d (u_{ij}^{(l-1)})^w m_j}{\sum_{j=1}^d (u_{ij}^{(l-1)})^w}, 1 \leq i \leq c. \quad (1)$$

7. Для всех элементов данных вычислить квадраты расстояний до всех центров кластеров по формуле:

$$d_A^2(m_j, c) = (m_j - c)^T A (m_j - c). \quad (2)$$

8. Обновить матрицу разбиений по формуле:

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{d_A^2(m_j, c^{(l)})}{d_A^2(m_j, c^{(k)})} \right)^{\frac{1}{w-1}}}, \quad (3)$$

для всех  $1 \leq i \leq c, 1 \leq j \leq d$ .

9. Проверить условие  $\|U^l - U^{l-1}\| < \delta$ . Если условие выполняется, завершить процесс, если нет – перейти к шагу 6 с номером итерации  $l = l + 1$ .

$$\text{Целевая функция: } J(M, U, C) = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^d u_{ij} d_A^2(m_j, c^{(i)}). \quad (4)$$

$$\text{Набор ограничений: } u_{ij} \in (0; 1); \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1; 0 < \sum_{j=1}^d u_{ij} < d. \quad (5)$$

Этот метод нечеткой кластеризации был применен для классификации крупных городов по социально – экономическим показателям [5]. В статье анализировались 17 крупнейших городов России по населению, в качестве характеристик выступали демография, занятость населения, зарплата, преступность и т. д. Результаты работы были сведены в таблицу, которая отображала степень принадлежности города к каждому кластеру. Однако окончательный вывод о принадлежности объекта к кластеру делает исследователь исходя из целей данного исследования.

Недостаток этого алгоритма заключается в том, что при таком задании расстояния между двумя векторами множество точек, равноудаленных от центра, принимает вид сферы с одинаковым масштабом по всем осям, но если данные создают группы, форма которых отличается от сферической или если шкалы отдельных координат вектора сильно отличаются, в этом случае метрика становится неадекватной.

В этом случае качество кластеризации можно значительно повысить за счет алгоритма кластеризации Густафсона – Кесселя.

Основные изменения относительно предыдущего алгоритма состоят во введении в формулу расчета метрики масштабирующей матрицы  $A$ . При таком масштабировании расстояние между центром  $c$  и векторами  $x$  определяется формулой:

$$d(x, c) = \|x - c\| = \sqrt{(x - c)^T A (x - c)}. \quad (6)$$

В качестве масштабирующей обычно используется положительно-определенная матрица, то есть матрица, у которой все собственные числа действительные и положительные. Аналогично базовому алгоритму  $k$ -средних цель обучения с использованием алгоритма Густафсона – Кесселя в таком размещении центров, при котором минимизируется критерий:

$$E = \sum_i \sum_j u_{ij} d^2(x_j, c_i). \quad (7)$$

Размытость классов объектов обусловлена размытостью параметров, используемых для сравнения объектов. Для работы с нечеткими параметрами используются функции принадлежности.

*Виды функций принадлежности*

Кусочно-линейная функция принадлежности. Рассмотрим наиболее характерные примеры:

Треугольная может быть задана аналитически по формуле:

$$f_{\Delta}(x; a, b, c) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, b \leq x \leq c \\ 0, c \leq x \end{array} \right\} \quad (8)$$

Трапецевидная может быть задана так:

$$f_T(x; a, b, c, d) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ 1, b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, c \leq x \leq d \\ 0, d \leq x \end{array} \right\}. \quad (9)$$

*Z-образные и S-образные функции принадлежности*

Z-образная функция принадлежности может быть задана:

$$f_Z(x; a, b) = \left\{ \begin{array}{l} 1, x \leq a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-a}{b-a} \pi\right), a \leq x \leq b \\ 0, x > b \end{array} \right\}. \quad (10)$$

S-образная функция принадлежности задается:

$$f_S(x; a, b) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x \leq a \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{x-b}{b-a} \pi\right), a \leq x \leq b \\ 1, x > b \end{array} \right\} \quad (11)$$

$\Pi$ -образные функции принадлежности в общем случае задаются аналитически следующим выражением:

$$f_{\Pi}(x; a, b, c, d) = f_S(x; a, b) \bullet f_Z(x; a, b). \quad (12)$$

Выбор вида функции принадлежности определяется спецификой параметров объекта. В рассмотренной работе по нечеткой кластеризации городов России по социально-экономическим показателям [5] используемые показатели (число родившихся, число умерших, среднемесячная зарплата и т. д.) взяты из статистики, которая разнится от источника к источнику. Определяя функции принадлежности по данным из разных источников, можно получить более точную классификацию, учитывающую нечеткость параметров.

#### Список источников

1. *Леоненков А. В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ Петербург, 2005. 736 с.
2. *Жолудева В. В., Мельниченко Н. Ф., Козлов Г. Е.* Применение кластерного анализа для оценки социально-экономического развития регионов на примере ЦФО и Ярославской области // Статистика и математические методы в экономике. 2014. № 1. 144–147 с.
3. *Теслова С. А.* Применение кластерного анализа в экономике автотранспортных предприятий. NovalInfo. 2016. № 52. 89–94 с.
4. *Никитина Л. М., Куркин В. А.* Применение кластерного анализа для оценки развития цифровой экономики регионов России // Регион: системы, экономика, управление. 2020. № 3 (50). 90–95 с.
5. Нечеткий кластерный анализ на примере социально-экономических показателей крупных городов России // PVSM, 18 декабря 2022. URL: <https://www.pvsm.ru/algorithmy/4653> (дата обращения: 17.02.2023).

УДК 004

**Л. Д. Мешкова**

студентка кафедры прикладной математики

**С. Л. Козенко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЮРИДИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### Введение

Важный фактор, свидетельствующий об уровне развития современного общества и его интеллектуальных возможностях, – оснащение компьютерными средствами – основой автоматизации человеческой умственной деятельности. В настоящее время сложно назвать такую сферы деятельности человека, где применение компьютерных технологий считалось бы нецелесообразным. Особенно важна их роль для развития науки, роста производства и повышения эффективности управления. Важной категорией эффективного управления являются системы обработки информации, от этого зависит эффективность и производительность работы компании.

Целью исследования является анализ возможности применения облачных технологий в деятельности юристов, а также сравнение существующих справочно-правовых систем.

### Методы и материалы

В исследовании проводится сравнение известных справочно-правовых системы, которые юристы используют в своей работе. Сравнение проводится по таким критериям как: объем информационной базы, удобство поиска информации, совместимость с операционными системами, дополнительные функции системы и др.

Юриспруденция, по определению, является специальной областью общественной жизни, практики и науки, связанной с правом, юридической деятельностью, которая осуществляется через системы государственно-правового характера [1]. Правовая система государства существует для регулирования общественных отношений, то есть основной ее задачей является управление. Известный математик и основоположник кибернетики Н. Винер выделил связь между тезисами «управление» и «информация», впоследствии чего заключил, что любое управление базируется на получении, переработке и использовании информации.

Сфера юридической деятельности многогранна и разнообразна, поэтому решаемые в процессе работы задачи существенно варьируются в зависимости от профессии (например, адвокат, юрисконсульт, судья) и от вида деятельности. Несмотря на различия в специфике задач и целей, операции, производимые в трудовом процессе, напрямую связаны с преобразованием информации. Сбор информации, анализ и подготовка документов, ведение переговоров, допросов и бесед, участие в судопроизводстве и т. д. все это профессиональная деятельность юриста, при которой работа с информацией по статистике занимает от 40 до 80 % времени [1].

Естественно, вследствие юридической деятельности возникает проблема хранения и накопления юридических материалов и знаний. Появление компьютеров частично решило проблему способа хранения данных, сложность заключается в ограниченности объемов памяти. Существует много способов решения данной проблемы, начиная от постоянной сортировки данных и покупки различных запоминающих устройств, и заканчивая использованием современных информационных технологий. Одними из таких перспективных технологий являются облачные технологии и предоставляемые ими услуги. Эти современные сервисы позволяют выполнять процессы создания, хранения, обработки и поиска данных на персональном компьютере, в то время как приложения и их данные находятся на Интернет-сервере.

Облачные технологии – это сервис, созданный, развернутый и доступный из облачной среды, позволяющий пользователю в реальном времени использовать необходимые ресурсы в нужном объеме.

Применение облачных технологий помогает уменьшать расходы на инфраструктуру информационных технологий, а также быстро подстраиваться под изменяющиеся потребности компании, так как

в случае необходимости дополнительных ресурсов их можно легко подключить, не покупая при этом программное обеспечение.

По данным американской аналитической компании International Data Corporation (IDC) мировой рынок облачных сервисов вырос на 29 % по итогам 2021 года [2]. Расходы на облачные технологии растут, что означает увеличение спроса компаний на вычислительные услуги, предоставляемые подобными сервисами. Аналитики предполагают, что тенденция связана с использованием облачных технологий для ускорения перехода к цифровому бизнесу, следовательно, расходы на облачные вычисления будут только расти.

В России наблюдается другая тенденция: по сравнению с западными странами отечественные компании покупают облачные услуги селективно, а не целым пакетом услуг. Ограничивает российский рынок облачных сервисов низкий уровень рыночной конкуренции, но несмотря на это он продолжает расти примерно на 30–40 % [3].

Различают несколько моделей облачных сервисов по типу обслуживания.

1. Программное обеспечение как услуга (Software as a Service, SaaS) – эта модель позволяет пользователю удаленно работать с приложением, то есть пользоваться приложением провайдера в облачной инфраструктуре. Этот сервис хорошо подходит для многих компаний, потому что позволяет им быстро приступать к работе, не заботясь о покупке, установке и обслуживании программного обеспечения. Заказчик платит за подписку на услуги пропорционально объемам использования, что позволяет ему легко добавлять или удалять функции по мере необходимости.

2. Платформа как услуга (Platform as a Service, PaaS) – в этой модели пользователи имеют доступ к средствам разработки приложений, интерфейса, баз данных, а также многим другим возможностям. Пользователь не управляет базовой инфраструктурой облака, так как поставщик размещает их у себя, но имеет контроль над развернутыми приложениями посредством веб-браузера. Таким образом, этот сервис является достаточно полным и охватывающим ряд других более мелких сервисов.

3. Инфраструктура как услуга (Infrastructure as a Service, IaaS) – пользователи имеют доступ ко всем ресурсам машины в целом и используют их при создании собственных операционных систем и приложений. Основное преимущество данного сервиса заключается в том, что пользователю не нужно выбирать конкретный ресурс. Поставщик в данном случае отвечает за установку, настройку, обслуживание и безопасность облака.

4. Все как услуга (Everything as a Service, XaaS) – эта модель позволяет пользователю использовать любые услуги, предоставляемые через Интернет с использованием облачных технологий (IaaS, PaaS, SaaS и т. д.) и ресурсов.

5. Аппаратное обеспечение как услуга (Hardware as a Service, HaaS) – предоставление аппаратной инфраструктуры из облака.

6. Рабочий стол как услуга (Desktop as a Service) – подразумевает собой использование облачных технологий для создания автоматизированных рабочих мест для сотрудников предприятия, заказчику поставляется необходимое оборудование в виде услуги, в том числе все работы по его развертыванию и сопровождению при необходимости. Потребитель арендует оборудование, оплата такого сервиса производится каждый месяц.

7. Данные как услуга (Data as a Service, DaaS) – модель, при которой пользователи предоставляют право облачным провайдерам заниматься сбором, хранением, обработкой и анализом данных. Данный подход позволяет сократить затраты на сотрудников и инфраструктуру. Основным риском данного метода является безопасность данных.

По данным IDC большая часть мирового рынка облачных технологий в 2021 году приходится на SaaS [2]. Лидерами среди мировых поставщиков являются Microsoft и Amazon Web Services (рис. 1).

Облачные технологии различают еще и по объему управления и уровню безопасности [4]:

— публичное облако подразумевает собой неограниченный доступ для большого числа пользователей. Владеть, распоряжаться, эксплуатировать и управлять публичным облаком могут научные, коммерческие и правительственные организации. В публичном облаке вся вычислительная инфраструктура расположена на площадке поставщика облачных услуг, который обеспечивает эти услуги заказчику через Интернет;



Рис. 1. Лидеры облачных сервисов

— частное облако используется только одной компанией. Оно может размещаться локально или у поставщика облачных услуг. Данный вид облака обеспечивает наивысший уровень безопасности и контроля ресурсов;

— общественное облако создано для работы определенной группы сотрудников предприятия, которые связаны друг с другом общими задачами. Правом собственности на данный вид может обладать одна или более из организаций сообщества или третья сторона;

— гибридное облако представляет собой объединение качеств публичного и частного облака. В этом случае пользователи обычно размещают важные для компании приложения на собственных серверах, чтобы контролировать их безопасность, а остальные, менее важные, приложения размещают у поставщиков облачных услуг.

Не существует универсального облачного решения для всех предприятий, каждая компания и пользователь должны выбирать модель облачных технологий в зависимости от конкретных задач и требований.

Конечно, как и у любой технологии, у облачных вычислений существуют достоинства и недостатки. К достоинствам облачных можно отнести:

— *стабильность работы*. Несмотря на большой прогресс отказы дисков, сбои в сети остаются неизбежными, облачные системы управления базами данных способны быстро восстанавливать процессы и обрабатывать сбои без предварительного уведомления;

— *хорошую масштабируемость*. Масштабирование ресурсов по желанию во время работы позволяет достигать целей бизнеса, не беспокоясь об ограниченном объеме хранилищ;

— *высокую доступность*. Для доступа к облачной БД необходимы только подключение к Интернету и компьютер, в то время как доступ к традиционной БД возможен только из системы, где она развернута;

— *высокую скорость, простоту и денежную экономию процессов разработки, нагрузочного тестирования и продажи проектов*;

— *повышенный уровень гибкости и инновационные возможности*. Инфраструктура и сервисы в облаке развертываются быстро, в то время как процесс закупки оборудования и ПО может растянуться на долгое время.

— К основным недостаткам облачных технологий относят:

— *необходимость постоянного соединения с Интернетом*;

— угрозу безопасности облачных и личных данных. Не все данные можно доверять стороннему провайдеру, не только для хранения, но и для обработки.

— юридические проблемы.

В своей деятельности юристы часто используют так называемые «аналоги» облачных сервисов, а именно компьютерные базы данных, содержащие в себе нормативно-правовые акты, законопроекты, документы судебной практики – так называемые справочно-правовые системы.

Справочно-правовые системы (СПС) – это системы, работающие в интерактивном режиме, позволяющие пользователю выполнять поиск правовой информации, а также работать со сведениями справочного характера [5]. СПС позволяют вводить, систематизировать, хранить информацию, выдавать справки по запросам пользователей без сложного преобразования данных, таким образом, специалист может легко получить доступ к любому документу в составе этого сервиса. Помимо этого, СПС предлагают большое количество услуг, например, сравнение редакций или конструктор правовых документов.

Лидерами среди таких справочно-правовых систем являются: КонсультантПлюс, Гарант и Кодекс [6].

Гарант – это справочно-правовая система, состоящая из информационных блоков, сформированных по тематическому принципу. Система включает в себя все виды правовой информации и еженедельно пополняется новыми документами. Гарант также предоставляет различные юридические услуги, такие как правовой консалтинг, сервис проверки контрагентов, советы экспертов и т. д.

КонсультантПлюс – еще один отечественный онлайн-сервис, предоставляющий пользователю доступ к широкому ассортименту правовых источников разных стран. Также сервис предоставляет различные видео-семинары для специалистов и включает в себя законодательные и правовые акты Беларуси.

Кодекс – система, предоставляющая актуальную правовую и нормативно-техническую документацию, сервисы и услуги для специалистов. Сервис предлагает информационное пространство «Техэксперт», систему управления требованиями, а также собственную систему электронного документооборота.

Проведено сравнение популярных справочно-правовых систем (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнение справочно-правовых систем**

Критерий	«Консультант Плюс»	«Гарант»	«Кодекс»
Объем информационной базы	Более 270 млн документов	Более 208 млн документов	Более 70 млн документов
Поиск	Поиск по анализу запроса	Поиск по контексту	Интеллектуальный поиск по контексту
Офлайн доступ к базе	Есть	Есть	Есть
Конструктор документов	Есть	Есть	Нет
Новостная лента	Есть	Есть	Нет
Калькуляторы	Есть	Есть	Нет
Руководство пользователя	Есть	Есть	Есть
Варианты поставки	Облачная, коробочная версия	Облачная, коробочная версия	Облачная, коробочная версия
Совместимость локальной версии	Windows	Windows, Linux	Windows, Linux
Наличие бесплатной версии	Нет	Нет	Есть, доступно более 25 млн документов

### Результаты и обсуждение

Можно сделать вывод, что у каждой системы есть свои сильные стороны. КонсультантПлюс и Гарант практически не отличаются по функционалу, поэтому выбор между ними зависит от предпочтений пользователя к интерфейсу или спецификой его интересов. В свою очередь, Кодекс является более бюджетным вариантом, активно развивается и содержит в себе больше технической документации.

В заключение стоит сказать, что применение облачных технологий в юриспруденции повышает эффективность труда, используя преимущества сервисов, специалисты взаимодействуют с документами проще и оперативнее, что позволяет им фокусироваться на более важных задачах. Таким образом, юристы могут сфокусироваться на решении проблем, делегировав обработку информации на современные технологии. С каждым годом спрос на облачные сервисы увеличивается благодаря большой адаптивности, гибкости и масштабируемости технологии.

### Список источников

1. *Бурцева Е. В.* Информационные технологии в юриспруденции: учеб. пособие. Тамбов, 2012. 104 с.
2. IDC. URL: <https://www.idc.com/> (дата обращения: 01.11.2022).
3. TAdviser. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Cloud\\_Computing](https://www.tadviser.ru/index.php/Cloud_Computing) (дата обращения: 31.10.2022).
4. *Макарова Ю. В., Русанова М. О., Федякова Н. Н.* Облачные вычисления // Контентус. 2015. № 12 (41). С. 142–149.
5. *Тарасов С. В.* СУБД для программиста. База данных изнутри. М.: Солон-Пресс, 2017. 321 с.
6. *Бессмертная Л. И.* Значение ведущих справочно-правовых систем в системе государственного и муниципального управления // Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. 2014. № 24. С. 66–70.



УДК 537.315

**А. А. Микулина**

студентка кафедры метрологии, приборостроения и управления качеством ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**А. Э. Егоров**

студент кафедры радиотехнических систем

**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ

В исследовании описаны эксперименты в рамках расширения эталонной базы для проведения поверки кругломеров согласно ГОСТ [1]. Приведен пример проведения эксперимента для выявления корректной работы системы введения компенсационных поправок кругломера при установке прототипа нового эталона осевого биения.

В современном производственном процессе определение дефектов формы деталей играет важную роль. В настоящее время процесс поверки кругломеров регламентируется следующими стандартами [1]–[3]. В рамках данных стандартов для процесса поверки кругломера основной мерой являются образцовые меры отклонения от круглости типа ОМОК-1, ОМОК-2, ОМК. По полученным результатам отклонения от круглости определяется погрешность прибора, нормируются его метрологические характеристики. Однако для расширения эталонной базы данного высокоточного прибора необходимо ввести также еще один важный эталон и методику для измерения осевого биения детали, как наиболее важного и часто используемого измерения при решении производственных задач по выявлению брака деталей в виде тел вращения.

В процессе проведения эксперимента была реализована методика и прототип эталона для определения биения детали. На рис. 1 представлена методика установки грузов в верхней части на цилиндрическую деталь и в средней части цилиндрической детали.

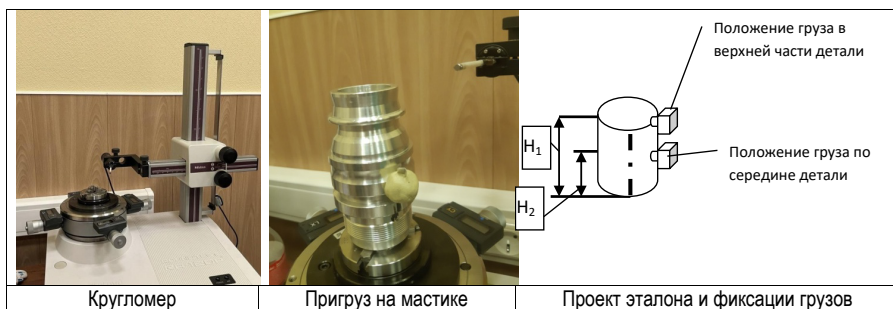


Рис. 1. Разработка эталона осевого биения

На рисунке представлено, что высота  $H_1=2H_2$ . Груз крепится строго напротив оси поворотного стола кругломера CX CY LX LY, установленный с помощью мастики груз представлял собой эталонный набор микропластин и гирь различной массы – от 6750 мг до 7750 мг. Детали имеют вес 216,65 г, сплав Д16Т и 732,6 г, марка стали – Ст45 (рис. 2, 3). Детали изготовлены на станках с ЧПУ с изначально равными точностными характеристиками, параметры шероховатости также схожи. Однако на детали из сплава Д16Т характерно после нескольких месяцев эксплуатации наблюдается незначительный слой оксидной пленки, но и первая и вторая деталь перед проведением измерений в равной степени обрабатывались специальными растворами для очищения. Детали имеют разный вес, одна из деталей

представляет сквозной ступенчатый вал высотой 96 мм с максимальным диаметром на одной из ступеней 60 мм, вторая деталь, меньшая по весу представляет из себя несковзную ступенчатую втулку высотой 70 мм, с максимальным диаметром на одной из ступеней 54 мм.



Рис. 2. Исследуемые детали: деталь массой 216,65г (справа, сплав Д16Т) и 732,6 г (слева, марка стали Ст45)

С целью дополнительной оценки программы действующего кругломера RoundPak были предложены пригрузки как универсальные системы, предназначенные для оценки поведенческой характеристики системы введения компенсирующих коэффициентов для анализа правильности адекватной оценки и нахождения программой методом микросенсорики винтов выравнивающего стола с четырьмя микрометрическими шупами. В процессе проведения данных испытаний были проанализированы основные метрологические характеристики прибора, отвечающие за точность измерения, и потенциально – за погрешности в процессе работы. В соответствии с планом эксперимента груз крепился строго напротив оси CX, CY, LX, LY, в программе управления прибора перед началом работы проводится предварительная калибровка усилия шупа по пленочному эталону, после этого начинается процесс центрирования – выравнивания. После каждых двух оборотов стола с трехшуповым патроном, на котором фиксируется деталь с грузом, груз снимается, в ту же точку ставится груз больший по массе от предыдущего, снова запускается операция центрирования-выравнивания.

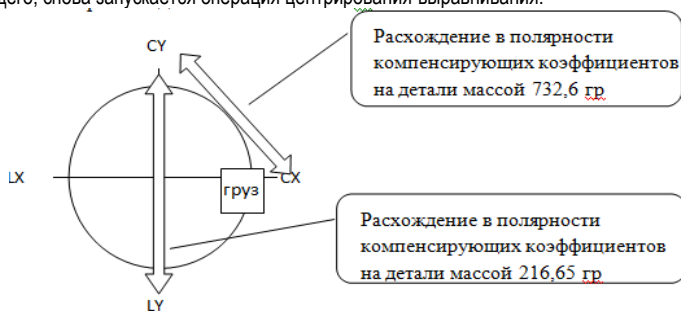


Рис. 3. Схематичное изображение расхождение полярностей

Таким образом, представленные схемы могут быть использованы для разработки нового эталона кругломера [6]. Как указано в [4], [5], остаточный эксцентриситет является важной составляющей инструментальной погрешности прибора, которая уменьшает точность работы встроенных в программный модуль внутренних фильтров прибора.

**Список источников**

1. ГОСТ 8.481-82. Кругломеры. Методики и средства поверки. М.: Стандартиформ, 1982.
2. ГОСТ 17353-89. Приборы для измерений отклонений формы и расположения поверхностей вращения. Стандартиформ. М.: ИПК стандартов, 1999.
3. ГОСТ Р 58868-2020. Отклонение от круглости поверхности деталей. Методика выполнения измерений». Стандартиформ, 2020. 16 с.
4. Пугин К. Г., Захаров О. В. Выбор опорных окружностей при анализе круглости деталей подшипников качения // Измерительная техника. 2022. № 2. С. 14–21.
5. Захаров О. В., Бржозовский Б. М. О точности центрирования при измерении на кругломерах // Измерительная техника. 2006. № 11. С. 20–22.
6. Четвернин М. Ю. Исследование методов определения положения оси вращения и измерение ее координат // Инженерно-физические проблемы новой техники: сб. материалов XIV Всерос. научно-техн. конф. с междунар. участием, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника ВШ РФ, доктора физико-математических наук, профессора М. И. Киселева. М., 2020. С. 135–136.

УДК 523.34–355

**И. С. Нестерчук**

студент кафедры публичного права

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДОСодЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛУННОМ ГРУНТЕ ОТ СЕЛЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТЫ МЕСТНОСТИ

Присутствие водородосодержащих компонентов (гидроксил, молекула  $H_2O$ , далее просто «вода»), в лунных материалах и на лунной поверхности может дать важную информацию об имплантации солнечного ветра, ударной доставке летучих веществ и включении, удержании этих веществ во время аккреции и эволюции Луны [1]. Исследования последних десятилетий представили новые доказательства существования воды в недрах Луны [2], а также в лунном реголите [3]. Вклад этих исследований в изучении лунного грунта остается незначительным.

Крупным недостатком указанных работ является то, что пробы взяты только с небольшой части Луны. В то же время спектры отражения в ближней ИК-области спектра, полученные орбитальным или проходящим мимо космическим аппаратом, могут обеспечить общее представление о наличии воды на поверхности Луны. Процесс происходит путем идентификации диагностической абсорбции  $OH$  и  $H_2O$  в диапазоне длин волн  $\sim (2,6 \div 4,0)$  мкм. Эти данные относятся только к видимой области спектра (верхняя граница длины волны  $\sim 1$  мкм).

Общая карта распределения значений концентраций воды на Луне, представлена на рис. 1. Поглощение водородосодержащих элементов на длине волн  $\sim 2,9$  мкм увеличивается по мере увеличения селенографической широты местности. Улучшенная модель тепловой коррекции позволяет более точно оценить концентрацию воды в малых широтах. Где температура поверхности может превышать 400 К. Абсорбция воды как правило очень слаба или отсутствует в спектрах для широтной зоны  $\pm 30^\circ$  (рис. 1б), но резко увеличиваются в более высоких широтах, что соответствует максимальному содержанию воды  $\sim 750$  и  $\sim 500$  частей на миллион (ppm)<sup>11</sup> для Северного полушария и Южного полушария соответственно (рис. 1в).

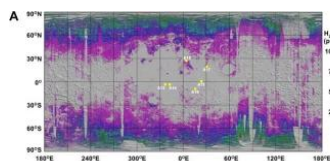


Рис. 1а. Зависимость воды в лунном реголите

Общая карта значений влагосодержания ( $\lambda \sim 2,86$  мкм) и оценок концентрации водородосодержащих элементов (при условии, что частицы-компоненты неправильной формы имеют диаметр в интервале длин волн  $\sim (60 \div 80)$  мкм. Места посадки Аполлона отмечены желтыми точками

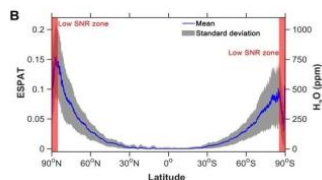


Рис. 1б. Профиль широты ESPAT и концентрация водородосодержащих компонентов, полученной из (А) при усреднении по всем селенографическим долготам

<sup>11</sup> Минерализация измеряется в ppm (parts per million) – частей на миллион: 1 ppm соответствует концентрации 1 мг/л.

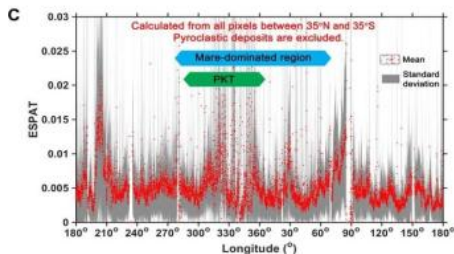


Рис. 1в. Зависимость селенографической долготы значений ESPAT, усредненных по всем широтам между 35° северной широты и 35° южной широты. Полоса под № 1 указывает приблизительный диапазон широт данного лунного моря. Полоса под № 2 показывает приблизительный диапазон исследованных широт

Кажущаяся асимметрия концентрации водосодержащих компонентов между Северным полушарием и Южным полушарием согласуется с вариациями в подавлении тепловых нейтронов, как видно по данным Lunar Prospector (более сильное подавление в Северном полушарии, что согласуется с повышенным содержанием водородосодержащих компонентов) [4]. В отличие от средних и высоких широт, оценки водородосодержащих компонентов реголита на широтах  $<30^\circ$  обычно составляют  $<100$  ppm, что согласуется с ранее полученными значениями (рис. 2). Абсорбция водородосодержащих компонентов лунным реголитом видна на рис. 1в, хотя конкретная широта, на которой начинает увеличиваться концентрация водородосодержащих компонентов, зависит от селенографической долготы.

Сравнение содержания воды, полученного по  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , для зоны широты  $\pm 30^\circ$ , которая включает места отбора проб Аполлона, с содержанием воды, измеренным для объемных проб.

Распределение и вариации поверхностных вод Луны в первую очередь коррелируют с селенографической широтой (рис. 1), что является пространственным проявлением влияния температуры. Широтная вариация лунной поверхностной воды может быть связана с уменьшением диффузии и термодесорбции при более низких температурах по направлению к полюсам Луны. Эта очевидная температурная зависимость согласуется с наблюдениями NIR с помощью Deep Impact [5], а также с присутствием неожиданно повышенного содержания водорода, наблюдаемого в верхних десятках сантиметров реголита вблизи полюсов в нейтронных данных [6]. Суточные колебания силы водопоглощения становятся слабее и концентрации воды быстро увеличивается по направлению к полюсам в обоих полушариях (рис. 1а). Указанное обстоятельство согласуется с увеличением удержания и накопления воды из-за более низких температур, более медленной диффузии, уменьшения распыления или некоторой комбинации этих факторов.

Реголиты содержат водородосодержащие компоненты, и их количество увеличивается по мере зрелости грунта (степени пространственного выветривания) [7]; следовательно, можно ожидать, что объемное содержание водородосодержащих компонентов в лунном реголите также увеличивается в зависимости от зрелости грунта. Указанная тенденция, отмеченная в недавно скорректированных данных по средним и высоким широтам Луны в районах, где повышение стабильности поверхностных вод демонстрирует положительную корреляцию со зрелостью грунта (рис. 3). Экспериментальные результаты показывают, что эффективность образования гидроксила в результате имплантации солнечного ветра также может увеличиваться по мере зрелости грунта [8], что представляет собой еще один фактор, способствующий этой корреляции.

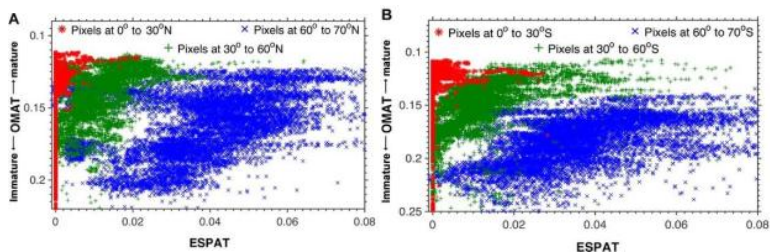


Рис. 3. Зависимость обводненности реголита со зрелостью почвы. Диаграмма рассеяния данных для (А) Северного полушария и (В) Южного полушария Луны

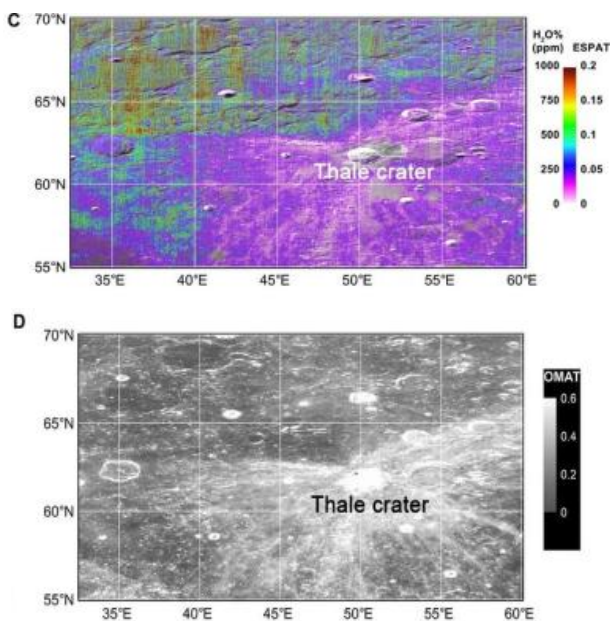


Рис. 3. С – пример карты содержания воды; D – пример карты содержания воды

Рис. 3 (C, D) показывают пространственную согласованность между незрелым реголитом и низким содержанием воды.

Отсутствие сходных характеристик воды для грунта одинаковой зрелости в низких широтах позволяет предположить, что реголиты в этих областях со временем теряют воду, менее эффективно улавливают воду во время своего образования и/или образуются из материалов с меньшим содержанием водородосодержащих компонентов по сравнению с аналогами из более высоких широт. Последнее согласуется с наблюдаемым уменьшением суточного хода поверхностных вод в более высоких широтах. Это указывает на то, что в лунном грунте концентрация воды в этих местах увеличилась из-за ее повышенной стабильности на лунной поверхности, а измерения содержания изотопов воды в реголите подтверждают, что они содержат компонент солнечного ветра. Следовательно, чем больше воды,

полученной при помощи солнечного ветра, присутствует в реголите во время столкновения с микрометеоритом, тем больше воды может быть захвачено или погашено в образовавшемся реголитовом слое.

#### Список источников

1. *Арнольд Д.* Лед в лунных полярных регионах, 1979.
2. Вода в недрах Луны: правда и последствия / Э. Хаури, А. Саал, М. Резерфорд, Дж. Ван Орман // Наука о планете Земля. 2015. С. 252–264.
3. Прямое измерение гидроксила в лунном реголите и происхождение воды на поверхности Луны / Ю. Лю, Ю. Гуан, Ю. Чжан и др. // Нац. Geosci. 2012. С. 779–782.
4. Потоки быстрых и эпитепловых нейтронов от лунного разведчика: свидетельство наличия водяного льда на лунных полюсах / В. К. Фельдман, С. Морис, А. Б. Биндер и др. // Наука. 1998. С. 1496–1500.
5. Временная и пространственная изменчивость гидратации Луны, наблюдаемая космическим кораблем глубокого удара / Дж. М. Саншайн, Т. Л. Фарнхэм, Л. М. Фиага и др. // Наука. 2009. С. 565–568.
6. Потоки быстрых и эпитепловых нейтронов от лунного разведчика: свидетельство наличия водяного льда на лунных полюсах / В. К. Фельдман, С. Морис, А. Б. Биндер и др. // Наука. 1998. С. 1496–1500.
7. *Хайкен Г., Ванман Д., Френч Б.* Справочник по Луне: Руководство пользователя по Луне, 1991.
8. Производство гидроксила (ОН) на безвоздушных планетарных телах: данные экспериментов с ионным пучком H<sup>+</sup>/D<sup>+</sup> / А. С. Ичимура, А. П. Зент, Р. К. Куинн и др. // Наука о планете Земля. 2012. С. 90–94.

УДК 52–52

**С. С. Оглуздин**

студент кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ-СИРОТ**

Планета-сирота – объект, имеющий массу, достаточную, чтобы под действием собственной гравитации стать округлым, но меньшую, чем масса коричневого карлика, способного на термоядерную реакцию, не привязанный гравитационно ни к какой звезде или планете [1]. Планеты-сироты могут вращаться вокруг центра галактики или, имея достаточную скорость, чтобы преодолеть силу его притяжения, находится в межгалактическом пространстве. Такие объекты формируются при вылете планеты из области влияния гравитации своей звезды.

Объекты планетарной массы могут быть образованы при сжатии газа в газопылевых облаках. Поэтому рабочая группа по внесолнечным планетам [2] приняла решение о том, что понятие «планета» должно применяться к космическим телам только в том случае, если они были сформированы из диска газа и пыли вокруг звезды. Объекты, образованные напрямую из туманности, не являются в полном смысле планетами. К примеру, газовый гигант с массой меньше массы коричневого карлика, не имеющий звездного центра вращения, должен определяться как субкоричневый карлик (это класс звезд, а не планет, хотя в субкоричневых карликах не протекают термоядерные реакции). Так как механизм формирования таких объектов аналогичен формированию звезд – это не планеты, хотя они имеют схожую с ними массу.

Микролинзирование – процесс, в котором объект с массой планеты проходит перед далекой фоновой звездой, при этом гравитация планеты действует как гравитационное увеличительное стекло, что искажает и фокусирует наблюдаемый свет. Это является доказательством существования планеты (рис. 1). Проанализировано 2617 событий микролинзирования, произошедших между 2010 и 2015 годами [3]. Согласно результатам этой работы количество планет-сирот не превышает четверти числа звезд главной последовательности.

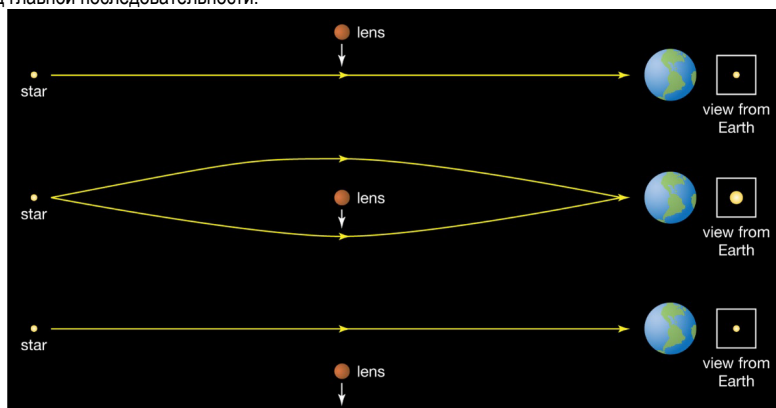


Рис. 1. Схема хода лучей в процессе микролинзирования

Современная наука пока не может дать полного ответа на вопрос, как образовались звезды и планеты. Наиболее проработанной теорией, объясняющей формирование и эволюцию космических тел, является небулярная, высказанная И. Кантом в 1755 году [4]. В ней предполагается, что звезды



формируются из туманностей, сжимающихся под действием силы тяжести, а планеты – из остатка газа вокруг звезд.

Недостатком указанной теории является отсутствие экспериментальных доказательств самопроизвольного сжатия газа в газовых облаках. Предполагается, что этот процесс вызывается гравитационной неустойчивостью при прохождении области плотной материи [4]. Процесс потери звездой момента количества движения малоизучен. В результате наблюдения за Солнечной системой оказалось, что на долю планет с общей массой менее 0,2 % массы Солнца приходится 98 % момента количества движения [9]. Однако согласно небулярной теории момент количества движения тел Солнечной системы должен распределяться по-другому: Солнцу следовало бы вращаться вокруг своей оси быстрее, а планетам вокруг него медленнее.

Согласно небулярной теории каждую образовавшуюся звезду в первые моменты ее жизни окружает диск из оставшегося вещества (в основном – водород и гелий). В горячих внутренних областях диска частицы пыли сублимируют, а в холодных и разреженных внешних – сохраняются и растут по мере конденсации на них пара. Из-за баланса давления, гравитации и центробежной силы скорость вращения газа вокруг звезды меньше, чем у свободного тела на таком же расстоянии от нее. Поэтому малые частицы увлекаются газом, а большие миллиметра – тормозятся и по спирали движутся к звезде [5].

У «линии льда» (расстояние от звезды, дальше которого все летучие соединения затвердевают) условия таковы, что сила трения меняет свое направление, при этом частицы стремятся слипнуться и легко объединяются в более крупные тела – планетезимали. Множество ~ километровых планетезималей, сформировавшихся на предыдущей стадии, собираются в тела размером с Луну или Землю, называемые зародышами. Именно в подобной области формируется такой газовый гигант, как, например, Юпитер. Расчищенная им полоса в газе действует как «крепостной ров», который не может преодолеть вещество, движущееся снаружи к центру диска. Оно собирается на внешней стороне разрыва, где из него формируются новые газовые планеты. Во внутренней области звездной системы гравитационное взаимодействие зародышей между собой и с гигантской планетой возмущает орбиты. Зародыши объединяются в твердотельные планеты, приобретающие круговую орбиту, перемешивая оставшийся газ и разбрасывая сохранившиеся планетезимали.

В настоящее время известно, что самыми распространенными планетами являются «суперземли» – твердые тела с радиусом в 1,5–2 раза больше земного [6]. Отсюда следует, что практически вся архитектура Солнечной системы определена событиями той поры, когда Земли еще не было. На месте, где сейчас находятся планеты ♀, ♁, ⊕, ♂, могла быть суперземля, а то и не одна. С большой вероятностью, планет-гигантов тогда было пять, а не четыре. По-видимому, миграция Юпитера к Солнцу до 1,5 астрономических единиц, вызванная его трением о газ и пыль, и последующее его отдаление до 5,2 астрономических единиц, вызванное резонансом его орбиты с орбитой образовавшегося Сатурна, уничтожили все древние суперземли, а заодно выкинули из системы пятую газовую планету. Из остатков вещества, не поглощенного суперземлями и не разбросанного гравитацией Юпитера, сформировалось 4 планеты, оставшихся по настоящее время (♀, ♁, ⊕, ♂).

Пятая (газовая) планета либо по-прежнему вращается на расстоянии более 200 а. е., либо покинула систему, превратившись в планету-сироту. Тем самым выполняется один из способов формирования планет-сирот – еще большее отдаление самых дальних планет из-за гравитационного резонанса с крупнейшей планетой или звездой. Есть вероятность, что суперземли, смещенные со своих орбит приближением Юпитера, могли покинуть Солнечную систему, став твердотельными планетамистранниками (еще один способ формирования планет-сирот). По оценкам [7], по меньшей мере 75 % систем с планетами-гигантами в прошлом должны были испытывать рассеяние между планетами. Динамические взаимодействия между планетами-гигантами неизбежно приводят к нарушению орбит внутренних меньших (скалистых) планет и могут привести к их выбросу из системы. Типичные массы выброшенных планет составляют от 0,3 до 1,0  $M_{\oplus}$ . При наличии планет-гигантов в звездных системах солнечного типа выбрасывается большая часть протопланетного материала, частично в виде тел с массой ♂ ( $\approx 0,1-0,3 M_{\oplus}$ ).

Планеты-сироты образуются и при «смерти» некоторых звезд. В табл. 1 описывается поведение звезд в последний этап их «жизни» и вероятность формирования при этом планет-сирот.

## Поведение звезд некоторых типов в последний этап их «жизни»

Тип звезды	Последний этап «жизни» звезды	Возможность образования планет сирот
Массивный голубой супергигант	Взрывается в сверхновую, не образуя твердого остатка, либо превращается в черную дыру, поглощающую почти все выброшенное вещество	Планеты не успевают образоваться
Голубой супергигант	Взрывается в сверхновую. Образуется черная дыра или нейтронная звезда	Если планета успеет образоваться, она будет выброшена взрывом и превратится в планету-сироту. Такая планета будет, скорее всего, планетой-гигантом
Звезда солнечного типа	Превращается в красного гиганта и, при достаточной массе, взрывается, образуя белый карлик. Белый карлик может взорваться в сверхновую	Дальние планеты могут быть выброшены гравитацией красного гиганта либо его взрывом, недостатком гравитации у белого карлика. При взрыве белого карлика все планеты будут выброшены по причине отсутствия сильного гравитационного центра
Красный карлик	Образует белый карлик, при достаточной массе может стать перед этим красным гигантом	Дальние планеты могут быть выброшены из-за изменения в гравитации звезды при переходе в стадию белого карлика

Известно, что планеты могут покидать звездные системы и в основной период «жизни» звезды после стабилизации своих орбит [8]. Для этого необходимо, чтобы достаточно близко к системе оказалось массивное тело, способное своей гравитацией (столкновением) передать импульс планете и изменить траекторию ее движения. Таким образом, космические зонды «Вояджер-1» и «Вояджер-2» получили дополнительное ускорение от планет-гигантов. Особенно распространено это явление в системах с несколькими звездами и в звездных скоплениях, где вещество имеет большую плотность и, следовательно, взаимодействие между телами более сложно.

## Список источников

1. Пригодов А. А. Планета-сирота // Все о Космосе. 2015.
2. Заявление о позиции в отношении определения «планеты». Рабочая группа по внесолнечным планетам (WGESP) Международного Астрономического союза. Создано: 28 февраля 2001 г.
3. Йегер Э. SciencenNews. Fewer big rogue planets roam the galaxy, recount shows. 24 июля 2017 г.
4. Воронцов В. Происхождение Вселенной, Солнечной системы и Земли с точки зрения науки, 2019.
5. Лин Д. В мире науки. 2008. № 8.
6. Березин А. Беглецы и бродяги: кто уничтожил суперземли Солнечной системы и лишил ее обитаемой планеты. URL: <https://naked-science.ru/article/astronomy/begletsy-i-brodyagi> (дата обращения: 15.10.2022).
7. Mróz P. The Astrophysical Journal Letters. A Terrestrial-mass Rogue Planet Candidate Detected in the Shortest-timescale Microlensing Event, 2020.
8. Davis P., Dunford B., Boeck M. Basics of Space Flight. URL: <https://solarsystem.nasa.gov/basics/primer/> (дата обращения: 19.10.2022).
9. Сурдин В. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012.

УДК 523.42

**С. С. Оглуздин**

студент кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

**М. Ю. Молотков**

студент кафедры прикладной математики

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ В БУДУЩЕМ**

Условия на Венере кардинально отличаются от условий на нашей планете. Атмосфера, обнаруженная в 1761 году М. В. Ломоносовым [1], оказалась в 50 раз плотнее земной [2] и состоящей, в основном, из двуокси углерода (96,4 %) и азота (3,5 %) [1]. Планета имеет среднюю температуру поверхности 733 К, из-за чего «Венера-13», самый долгоживущий аппарат, спустившийся на поверхность ♀, пробыл в рабочем состоянии всего 2 часа и 7 минут [3]. Венера отличается высоким уровнем геологической активности, о чем свидетельствуют фотографии советских зондов (рис. 1), что еще сильнее усложняет поверхностные исследования.



Рис. 1. Первая фотография поверхности Венеры аппаратом «Венера 10»

Зонд «Венера-экспресс» [3] на подлете к Венере в 2006 году обнаружил в атмосфере над ее Южным полюсом двойной воздушный вихрь в форме цифры 8 (рис. 2) подобный тому, какой был открыт еще в 1979 году зондом «Пионер-Венера» на Северном полюсе. При дальнейшем наблюдении за этим вихрем было обнаружено, что он постоянно эволюционирует из двойного в одинарный и обратно. Источник вихря неизвестен, это может быть воздух, который движется ветрами вдоль меридианов к полюсу [11]. Еще один необъяснимый пока феномен запечатлен астрономами с помощью специального оборудования VMC (Venus Monitoring Camera) в 2008 году [5], тогда в экваториальной зоне атмосферы планеты несколько дней был виден странный светящийся туман. Предположительно, эффект свечения возникает из-за высокой облачной плотности Венеры, в которой растворено большое количество серной кислоты. Эти пары, таким образом, поглощают и отражают ультрафиолетовый свет, поступающий от Солнца. Несмотря на экстремальные венерианские условия, выдвигаются теории о возможных способах существования жизни на этой планете [6], [10].

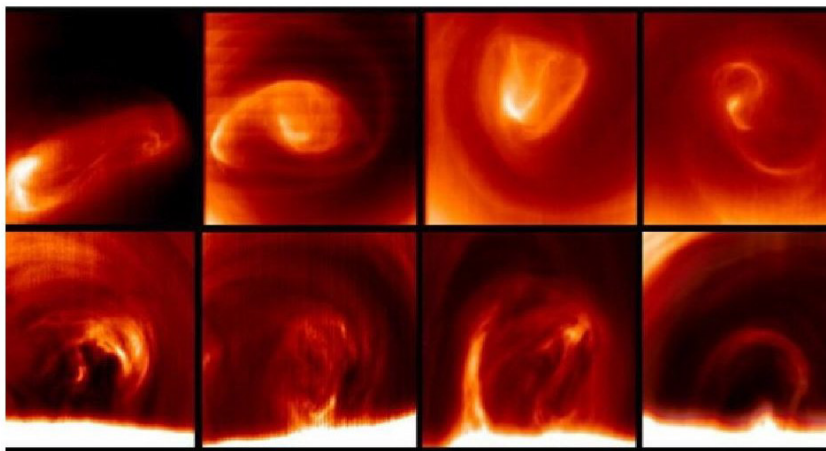
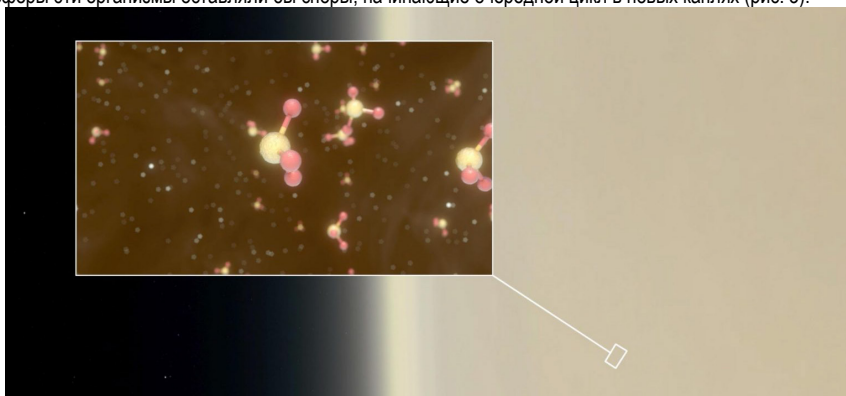


Рис. 2. Вихри над Южным полюсом Венеры

В 2017–2019 годах в атмосфере Венеры обнаружен фосфин – газ, который в земных условиях имеет исключительно биогенное происхождение [6]. Опираясь на данное открытие, был предложен вариант формы жизни, способной существовать в атмосфере планеты. Подобная жизнь может, по-видимому, существовать в жидких каплях, постепенно поднимающихся в верхние слои атмосферы. Во время падения капель под действием силы тяжести и последующего испарения в нижних слоях атмосферы эти организмы оставляли бы споры, начинающие очередной цикл в новых каплях (рис. 3).

Рис. 3. Иллюстрация молекул фосфина (PH<sub>3</sub>) в верхних слоях атмосферы Венеры

Еще одна неразгаданная тайна Венеры – таинственный поглотитель ультрафиолетового излучения, находящийся в верхних слоях сернокислотных облаков планеты [10]. Впервые он был обнаружен на снимках орбитального аппарата NASA Pioneer-Venus в 1979 году благодаря контрастным пятнам на ультрафиолетовом снимке (рис. 4). По словам ученых, существует множество теорий о причине, вызывающей эти контрастные пятна. Одно из объяснений заключается в том, что конвективные процессы извлекают поглотитель из глубины плотного облачного покрова Венеры, перенося вещество к вершинам облаков. Местные ветры рассеивают материал, создавая длинные полосы. Предполагается,

что яркие области, наблюдаемые в ультрафиолетовом излучении, вероятно, устойчивы к конвекции и не содержат поглотителя в отличие от темных. Для получения ответа на этот вопрос в NASA планируется миссия CubeSat UV Experiment, в которой специальный аппарат будет вращаться вокруг Венеры и измерять поглощение ультрафиолетового света и излучение свечения атмосферы. В результате предполагается улучшение понимания динамики атмосферы планеты.



Рис. 4 Снимок Венеры в УФ спектре



Рис. 5. Компьютерная модель аппарата «Венера-Д»

Российская Федерация планирует запустить очередной космический комплекс «Венера-Д» (рис. 5) на Венеру в 2028 году [7]. Комплекс будет состоять из орбитального и посадочного аппаратов. Цели орбитального модуля – исследовать атмосферу, магнитосферу, тепловые приливы и отливы, парниковый эффект. Предполагается, что посадочный модуль будет анализировать состав нижних слоев атмосферы Венеры и проводить химический анализ грунта, чего еще не делал ни один зарубежный аппарат. Проект «Венера-Д» должен обеспечить качественно новый уровень научных исследований планеты, когда наблюдаемые природные явления, происходящие на ней, можно одновременно изучать как с орбиты, так и с ее поверхности (рис. 6).

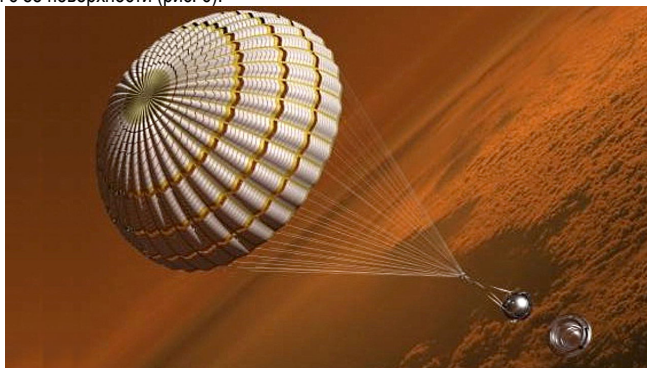


Рис. 6. Зонд DAVINCI+ в момент спуска в атмосферу Венеры

В США анонсировали венерианскую миссию НАСА DAVINCI [9]. Аппарат DAVINCI+ позволит впервые измерить важнейшие параметры атмосферы и климата Венеры. Он даст первое изображение горных плато Венеры, отобразив состав пород и рельеф поверхности с детализацией, недоступной с орбиты. Предполагается, что снимок будет сделан во время спуска зонда в атмосферу планеты. В мис-

сии будут использованы три гравитационных вспомогательных маневра, с помощью которых направление и скорость полета изменятся. Первые два маневра подготовят аппарат к облету Венеры, параллельно планируется проведение дистанционного зондирования в ультрафиолетовом и ближнем инфракрасном свете, что позволит получить более 8 Гб новых данных об атмосфере и поверхности Венеры. Третье гравитационное воздействие Венеры подготовит космический аппарат к спуску и научным исследованиям до столкновения с поверхностью. Запуск DAVINCI запланирован на июнь 2029 года, а вход в венерианскую атмосферу – на июнь 2031 года. Ни одна из предыдущих миссий к Венере не измеряла химический состав и окружающую среду с подобной детализацией.

Существуют и более амбициозные планы. Например, команда НАСА в Лэнгли разработала миссию по изучению Венеры с участием человека [8], по которой астронавты будут находиться в гондоле пилотируемого дирижабля (рис. 7). Дирижабль будет наполнен гелием, который позволит ему находиться в верхних слоях атмосферы Венеры на высоте около 50 км. Тогда для миссии не потребуется большой объем топлива и защитного оборудования, а магнитосфера на этой высоте обеспечит защиту от солнечного излучения. На дирижабле будут находиться солнечные панели для обеспечения аппарата энергией. Основная цель людей на борту – это управление спускаемыми в нижние слои атмосферы посадочными аппаратами. Срок службы таких аппаратов измеряется часами, а условия, в которых они должны работать, нестабильны. Поэтому им необходим контроль с венерианской орбиты, так как для получения команды с Земли потребуется 40 минут. Первоначально предполагается запустить роботизированный зонд для проведения основных проверок и исследований. После этого начнется миссия с участием человека продолжительностью около 30 суток. Впоследствии планируются ежегодные годовые миссии из двух астронавтов.

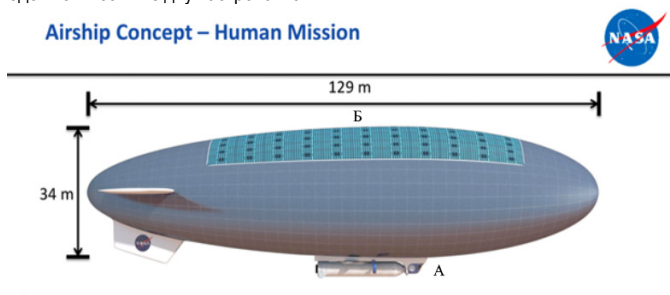


Рис. 7. Компьютерная модель пилотируемого дирижабля: а – гондола; б – солнечные панели

#### Список источников

1. Сурдин В. Большая энциклопедия астрономии. М.: Эксмо, 2012.
2. Сурдин В. Астрономия: век XXI. Фрязино, 2008. 608 с.
3. Пригодов Р. Ю. Космос-журнал.рф. Венера 13.2015.
4. Ломин А. Ф. Космос-журнал.рф. Венера-Экспресс. 2014.
5. Ануфьев Б. Д. Необъяснимое природное явление обнаружено на Венере. URL: <https://www.epochtimes.ru/content/view/15300/5/> (дата обращения: 04.06.2022).
6. В облаках Венеры могут скрываться неведомые формы жизни. URL: <https://mir24.tv/news/16488554/v-oblakah-venery-mogut-skrывatsya-nevedomye-formy-zhizni> (дата обращения: 17.06.2022).
7. За науку. Венера-Д. 2018.
8. Project HAVOC: NASA Concept Could Explore Venus with Airships. URL: <https://www.space.com/29141-venus-airship-havoc-nasa-concept-gallery.html> (дата обращения: 18.06.2022).
9. Новые подробности о миссии DAVINCI+, первом аппарате для пересечения и изучения атмосферы Венеры. URL: <https://new-science.ru/novye-podrobnosti-o-missii-davinci-pervom-apparate-dlya-peresecheniya-i-izucheniya-atmosfery-venery/> (дата обращения: 02.07.2022).

10. Nasa cubesat mission receives funding to solve Venusian mystery. URL: <https://scitechdaily.com/nasa-cubesat-mission-receives-funding-to-solve-venusian-mystery/> (дата обращения: 15.07.2022).

11. Полярные вихри – Божественный космос. URL: <http://divinecosmos.epuzzle.ru/> (дата обращения: 25.07.2022).

УДК 537.315

**Г. К. Орлов**

студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

**К. В. Епифанцев**

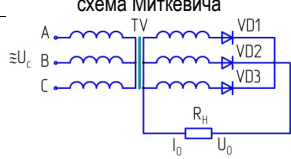
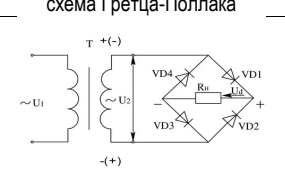
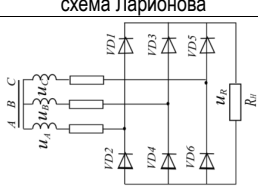
кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

В процессе расчета измерительных преобразователей и приборов важным элементом расчета является настройка и проверка работы блока питания, осуществляющего главную функцию – периодической зарядки или постоянного питания прибора электроэнергией. Энергетическое «сердце» прибора может как продлить срок жизни «организму» прибора, так и его уменьшить [1], [2]. Основная причина этого – фильтрация и понижение электроэнергии, ее преобразование из переменной в постоянную форму. Процесс трансформации формы электроэнергии происходит благодаря работе диодному мосту. Диодный мост имеет широкое распространение в радиоэлектронике. В разные временные отрезки были изобретены различные типы диодных мостов. Однофазный мост выполняется по мостовой схеме Гретца (1895 г.) с электровакуумными диодами, однако постепенно эта схема по причине своей высокой цены была замещена схемой Миткевича, в которой вторичная обмотка трансформатора имеет средний вывод [4], [5]. Также в 1924 году начала применяться схема Ларионова. Рассмотрим в табл. 1 разновидности данных схем.

Таблица 1

Разновидности схем выпрямителей

<p>схема Миткевича</p> 	<p>схема Гретца-Поллака</p> 	<p>схема Ларионова</p> 
<p>Трехфазная схема выпрямления со средней точкой и диаграммы напряжений и токов на элементах схемы</p>	<p>Падение напряжение на p-n-переходе удваивается. В любой момент времени ток проходит через пару диодов, а не один, как в случае однополупериодного выпрямителя [6]</p>	<p>Напряжение на вентиле в 2 раза меньше, лучшее использование трансформатора, отсутствие вынужденного намагничивания магнитопровода, возможность подключать оборудование непосредственно от сети без трансформатора</p>

Рассмотрим основную структуру и алгоритм работы схемы регулируемого стабилизированного блока питания, выполненного на микросхеме LM317T. Этот блок является надежным источником питания цифровых устройств и имеет встроенную защиту от перегрева и перегрузки по току. Микросхема LM317T внутри себя имеет свыше двадцати транзисторов и является высокотехнологичным устройством, хотя снаружи выглядит как обычный транзистор [7].

Питание схемы рассчитано на напряжение до 40 вольт переменного тока, на выходе можно получить от 1,2 до 30 вольт постоянного, стабилизированного напряжения. Регулировка от минимума до максимума потенциометром происходит очень плавно, без скачков и провалов. Ток на выходе до 1,5 ампер. Если потребляемый ток не планируется выше 250 миллиампер, то радиатор не нужен. При потреблении большей нагрузки, микросхему необходимо поместить на теплопроводную пасту к радиато-



ру общей площадью рассеивания 350–400 или больше, миллиметров квадратных. LM317T – это регулируемый стабилизатор напряжения, может служить для создания различных блоков питания, способен быть основой для стабилизатора тока, зарядного устройства, лабораторного блока питания и даже звукового усилителя. Надежность микросхемы обеспечивается наличием защит короткого замыкания выводов и перегрева микросхемы. LM317T не требует множества компонентов в качестве обвязки.

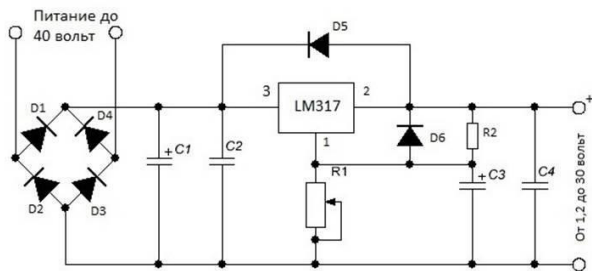


Рис. 1. Схема регулируемого стабилизированного блока питания



Рис. 2. Микросхема LM317T

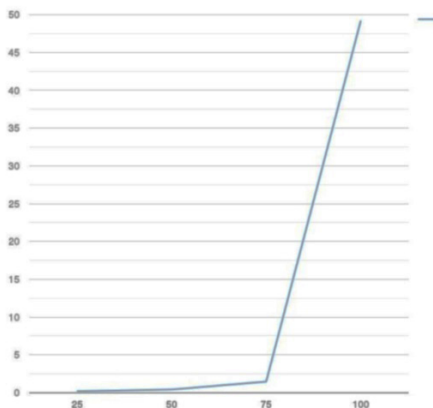


Рис. 3. График зависимости  $\Lambda_s \cdot 10^7 n, 1/4$  (ср.) от температуры (от 400 до 1600 ч.).

Температура на испытании от 25 до 100 °С

Наиболее применима LM317T в корпусе TO-220 на 1,5 Ампер, может использоваться в навесном монтаже, а также поверхностью. Радиатор в таком корпусе позволяет отводить излишнее тепло и испытывать более серьезные нагрузки. Отечественный аналог: КР142ЕН12А, а также КР142ЕН12 с фиксированным напряжением [1], [2]. Рассчитаем надежность радиокомпонентов блока питания по ГОСТ Р 27.102-2021 Надежность в технике. Полученный график на рис. 3 демонстрирует интенсивность отказов.

По графику на рис. 3 видно, что значение интенсивности отказов  $\lambda_3 \cdot 10^7 \text{н, } 1/\text{ч}$  (ср.) растет с увеличением температуры. Точка перелома наблюдается при достижении температуры свыше 75 градусов. Рекомендуется установить радиатор охлаждения на микросхеме большей площади [7]. Подчеркнем, что данный расчет надежности, проводившийся в специализированной программе справедлив только для схемы подключений согласно рис. 1. Расчет был проведен в отечественном ПО. Данные одного из расчетных модулей при температуре 25 °С представлены ниже (рис. 4). В результатах расчета видно, что наиболее уязвимыми в данной схеме по результатам расчета  $\lambda_3$  являются конденсатор 3 и диод, следовательно, для данных элементов необходимо резервирование и дублирование компонентов.

Результат расчета												
Режим: Эксплуатация												
Условия: группа 1.1												
Температура окружающей среды, °С: 25												
Модуль: Аппаратура												
Расчетная интенсивность отказов: $2,464197 \cdot 10^{-7} \text{ } 1/\text{ч}$												
Вероятность безотказной работы: 0,99970												
Наименование	Децимальный номер	Кол. п. шт.	Позиционное обозначение	$\lambda_3 \cdot 10^7, 1/\text{ч}$	Коэффициенты моделей				$\lambda_3 \cdot 10^7, 1/\text{ч}$	$\lambda_3 \cdot 10^7 \text{н, } 1/\text{ч}$	Вероятность	
<b>Интегральные микросхемы</b>												
M1417UD20 BK	КЕЯР.431130.145-р4ТУ	1	Микросхема	0,330000	Kст = 1,00	Kперл = 1,00	Kв = 1,00	Kа = 1,00	Kпр = 1,00	0,331493	0,331493	0,99996
<b>Полупроводниковые приборы</b>												
2Д103А	ГТ3.362.060ТУ	4	Диод	0,360000	Kр = 0,40	Kф = 1,50	Kс1 = 0,70	Kа = 1,00	Kпр = 1,00	0,152772	0,611090	0,99993
2Д104А	ГТ3.362.068ТУ	2	Диод 2	0,450000	Kр = 0,26	Kф = 1,50	Kс1 = 0,70	Kа = 1,00	Kпр = 1,00	0,120651	0,241302	0,99997
<b>Резисторы</b>												
ТР-1	ОЖ0.468.224ТУ	1	Резистор p1	0,080000	Kа = 1,00					0,080000	0,080000	0,99999
ТР-6	ОЖ0.468.264ТУ	1	Резистор p2	0,080000	Kа = 1,00					0,080000	0,080000	0,99999
<b>Конденсаторы</b>												
K10-26	ОЖ0.460.108ТУ	1	Конденсатор 1	0,030000	Kр = 1,00	Kс = 4,81	Kа = 1,00	Kпр = 1,00		0,144847	0,144847	0,99998
K10-71	АЖЯР.673511.001ТУ	2	Конденсатор 2 и 4	0,194000	Kр = 1,00	Kс = 1,45	Kа = 1,00	Kпр = 1,00		0,283296	0,566592	0,99993
K10-73	ЯВЦ.673511.010ТУ	1	Конденсатор 3	0,194000	Kр = 1,00	Kс = 2,10	Kа = 1,00	Kпр = 1,00		0,408873	0,408873	0,99995

Рис. 4. Пример расчета надежности микросхемы в составе блока питания

Иследуем данную схему в программе FALSTAD [3]. Моделирование приведено на рис. 5.

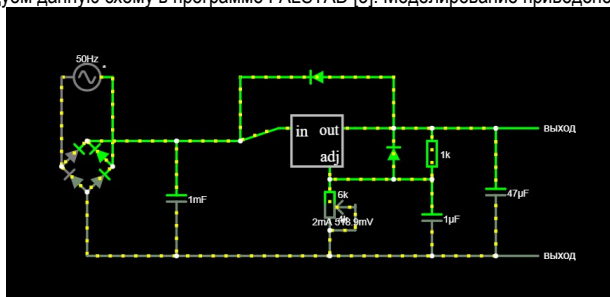


Рис. 5. Пример схемы в программе FALSTAD



Рис. 6. Осциллограмма входного напряжения с помеховыми элементами

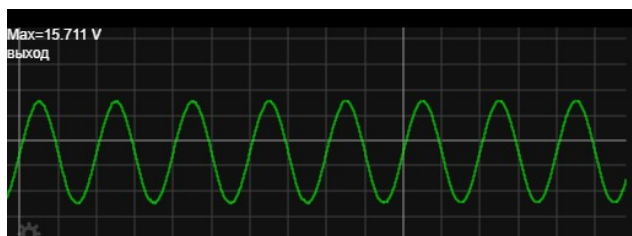


Рис. 7. Параметры микросхемы LM317T при ее работе – выходное напряжение стабилизировано

На рис. 7 осциллограмма выходного напряжения не имеет помеховых элементов, как на рис. 6, где они представлены в виде локальных столбцов. Это свидетельствует о стабилизации напряжения, снятии дополнительных помех микросхемой, уменьшения риска развития шумов и различных элементов, увеличивающих развитие метрологических отказов. Программное обеспечение FALSTAT является открытым программным ПО, которое может применяться для решения различных задач в области схемотехники и проведения исследований.

#### Список источников

1. Шишмарев В. Ю. Электрорадиоизмерения: практикум. М.: Юрайт, 2020. 234 с.
2. Мишура Т. П., Епифанцев К. В. Метрология и радиоизмерения: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2020. 78 с.
3. Программа для моделирования. URL: <https://falstad.com/circuit/circuitjs.html> (дата обращения: 12.11.2022).
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 2 т. The Art of Electronics: Second Edition / Пер. с англ.; под ред. М. В. Гальперина. М.: Мир, 1983. 590 с.
5. Студфайлс. URL: <https://studfile.net/preview/9774312/page:3/> (дата обращения: 30.12.2022).
6. Википедии. URL: Диодный мост – Википедия (wikipedia.org) (дата обращения: 30.12.2022).
7. Епифанцев К. В. Исследование возможностей стабилизации напряжения на основе применения блока питания с микросхемой LM317T // Экономика строительства. 2023. № 1. С112–117.

УДК 523/521.3

**В. С. Павлов**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Т. А. Зайцев**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ АСТЕРОИДОВ**

Развитие защиты от космических угроз необходимо для решения многих задач, начиная со сбора астрофизических данных астероидов и заканчивая сохранением жизни на нашей планете.

В настоящее время из всех существующих выделяют 7 наиболее известных методов отклонения астероида от первоначальной траектории [2], однако в настоящей статье рассмотрено два наиболее эффективных.

23 ноября 2022 года вследствие существующей угрозы столкновения космических тел с Землей (астероидная угроза) стартовала первая в мире операция по тестированию технологии защиты от космических угроз. Аппарат DART (рис. 1) имеет вид короба размером (1,2×1,3×1,3) м и включает в себя 2 гибкие солнечные батареи (ROSA), имеющие в развернутом состоянии длину каждая порядка 8,9 м, а также высококачественную камеру (DRACO) для отслеживания столкновения. Перемещение в космическом пространстве аппарат осуществляет с помощью ионного двигателя (NEXT) (рис. 2), работающего на солнечных батареях, который создает тягу, используя ксенон в качестве топлива. Масса всего спутника 610 кг.

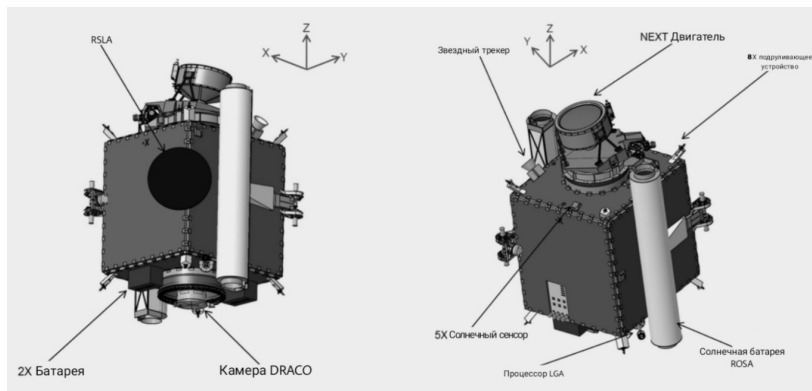


Рис. 1. Устройство аппарата DART

Спутник создан для смещения астероида Диморф [3] с его орбиты путем кинетического тарана. Целью работы аппарата станет околоземной астероид Диморф (рис. 3), вращающийся вокруг другого астероида Дадим [3]. С учетом того, что его траектория не представляет угрозы для Земли [4], но является удобным объектом для подобного эксперимента, столкновение спутника DART и астероида Диморф является важным событием в развитии защиты от астероидной опасности, ведь позволит оценить, эффективность идеи кинетического тарана в деле защиты Земли от астероидов.

Полет указанного спутника и само столкновение отслеживала и фиксировала камера DRACO, отделившаяся от аппарата за несколько дней до столкновения. За процессом наблюдали с помощью земных и космических телескопов (в т. ч. телескопы Хаббл и Джеймс Уэбб) [5].

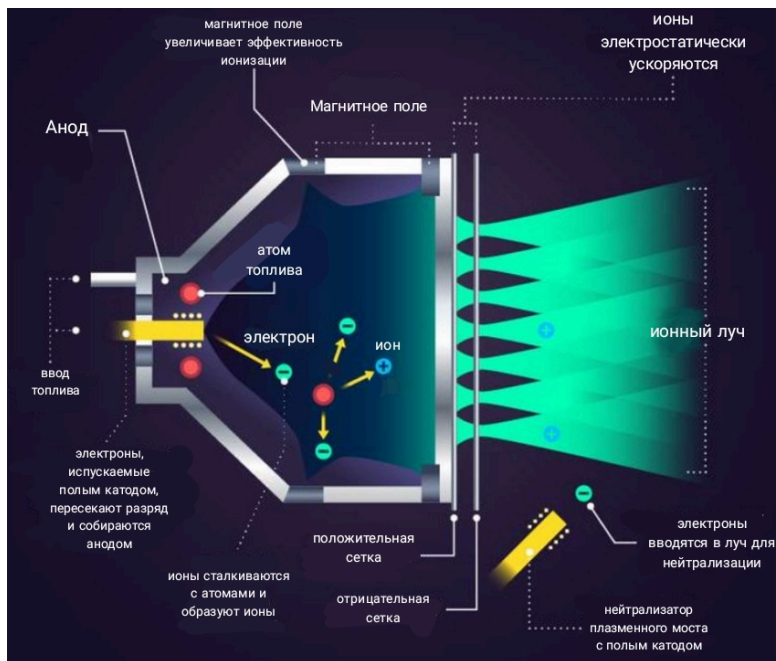


Рис. 2. Схема ионного двигателя NEXT

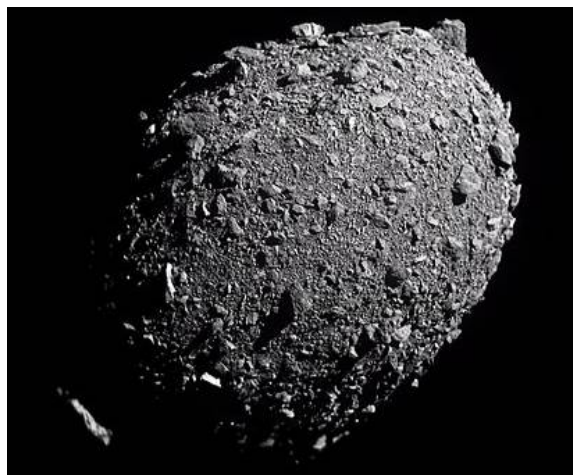


Рис. 3. Астероид Диморф [7]

Известно, что до импактного события астероид совершал полный оборот вокруг своего «компаньона» за 11 часов 55 минут. Вследствие столкновения период обращения астероида Диморф сократился на 32 минуты (на 4,5 %) Результат превысил предполагаемое сокращение времени обращения почти в 3 раза [6]. Следовательно, не все пока учтено, а значит направление только начинает развиваться.

Следующим потенциально возможным вариантом отражения астероидной угрозы является подрыв взрывного устройства над или под поверхностью астероида. Для ее устранения не требуется полное уничтожение астероида. Уменьшение массы объекта, от подрыва устройства, предварительно доставленного к астероиду, и возникший от этого эффект реактивной тяги дадут необходимый результат (в зависимости от массы объекта).

Несмотря на всю эффективность такого метода, до сих пор не было проведено ни одного испытания благодаря Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний в космосе [8].

Рассмотренное в статье направление только начинает развиваться, тем не менее эти методы – основополагающая часть подготовки Земли к защите от астероидной опасности.

#### Список источников

1. Савельев И. 30 тысяч астероидов угрожают Земле // Тайны XX века.
2. Google: (Методы защиты). URL: <https://fai.kz/ru/asteroidday/prevention-measures> (дата обращения: 17.03.2023).
3. Google: (Didymos\_and\_Dimorphos). URL: <http://www.johnstonsarchive.net/astro/astmoons/am-65803.html> (дата обращения: 17.03.2023).
4. Google: (How\_Far\_is\_Asteroid\_Didymos\_from\_Earth). URL: <https://theskylive.com/how-far-is-didymos> (дата обращения: 17.03.2023).
5. Google: (НАСА подтвердило столкновение). URL: <https://habr.com/ru/news/t/692724/> (дата обращения: 17.03.2023).
6. Google: (Зонд ударник DART). URL: <https://thealphacentauri.net/127028-zond-udarnik-dart-ushpeshno-stolknulsya-s-asteroidom-dimorf/> (дата обращения: 17.03.2023).
7. Google: (Снимок астероида Диморф). URL: <https://nplus1.ru/news/2022/09/27/dart-final-photos> (дата обращения: 17.03.2023).
8. Gogle: (Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний). URL: <https://www.ctbto.org/our-mission/the-treaty> (дата обращения: 17.03.2023).

УДК 523.3–52, 521.16, 303.4, 520.8

**Э. Партнов**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**А. Е. Жовтун**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**НОВАЯ ВЕРСИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛУНЫ****Введение**

Существует несколько теорий возникновения Луны [1]–[3]. Наиболее достоверной считается теория гигантского столкновения [1], согласно которой Луна сформировалась в результате удара о поверхность протоземли некоего космического тела (Тейя), по размеру сопоставимому с Марсом.

**Материалы и методы**

Столкновение Земли и Тейи, по-видимому, образовало диск обломков, который со временем собрался в привычную нам Луну, что объясняет значительную массу, угловой момент и небольшое железное ядро спутника [4]. Согласно этой гипотезе Луна образовалась в результате смешения грунтов как Земли, так и Тейи, на что указывают современные исследования [5], из которых следует, что при приближении к ядру спутника изотопный состав кислорода и водорода меняется.

Как долго обломки двух планет объединялись в единое небесное тело? Согласно классической теории [1] это происходило в течение долгого времени. Однако недавнее моделирование [6] показало, что спутник Земли мог образоваться гораздо быстрее, чем считалось ранее. В Исследовательском центре Эймса и НАСА [4] использована самая точная на сегодняшний день компьютерная симуляция по методу гидродинамики сглаженных частиц (ГСЧ) с высоким разрешением [7], имеющим ключевое значение, так как от него зависят результаты исследования. В частности, оно показало, что для возникновения Луны понадобилось не несколько лет и даже не несколько месяцев, как считалось ранее. Спутник Земли мог возникнуть всего за несколько часов (рис. 1).

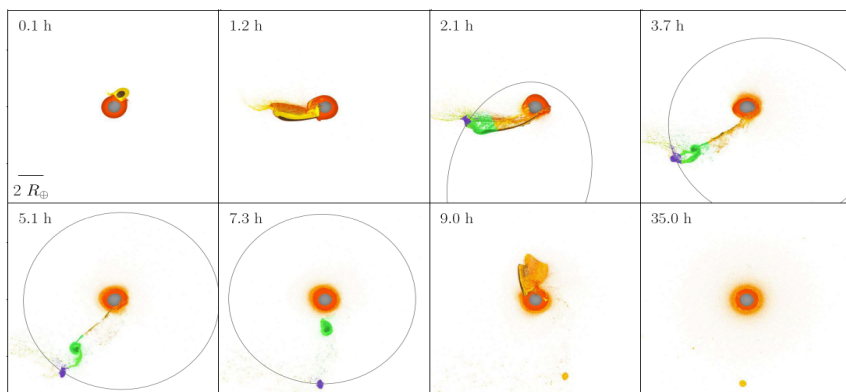


Рис. 1. Компьютерная модель столкновения Тейи и Луны, где каждый кадр показывает этапы процесса в указанный момент времени [6]

Обнаружено [4], что главной особенностью сценариев столкновения, которые выводят крупный спутник непосредственно на большую орбиту, является раннее отделение протоспутника от основного

остатка импактора (ударного элемента). Затем внутренний остаток вещества передает свой угловой момент вращения спутнику из выброшенного материала протоземли и Тейи, как показано на рис. 1, прежде чем упасть обратно и повторно удариться в Землю.

В сценарии столкновения, показанном на рис. 1, спутник фактически на некоторое время обгоняет внутренний остаток (примерно на отметке в 5 часов [6]), и крутящий момент обратного направления образует конечную орбиту Луны. Образовавшийся спутник имеет массу  $0,69m_{\oplus}$  и почти круговую орбиту с перигеетром (низшая точка орбиты) в  $7,1R_{\oplus}$ , что находится далеко за пределом Роша (расстояние от небесного тела, в пределах которого второе небесное тело, удерживаемое вместе только собственной силой гравитации, распадется)  $\sim 2,9R_{\oplus}$ . Наблюдаемая [4] передача углового момента также хорошо согласуется в рассматриваемой работе с простыми оценками моментов сил между взаимодействующими телами.

### Результаты

Визуальное разделение спутников происходит при моделировании с более чем  $10^{6.5}$  ГСЧ-частицами, вплоть до использования  $10^8$  частиц (рис. 2). Точное количество частиц, необходимое для описания приливной и гидродинамической эволюции [8], в настоящее время требует дальнейшего уточнения.

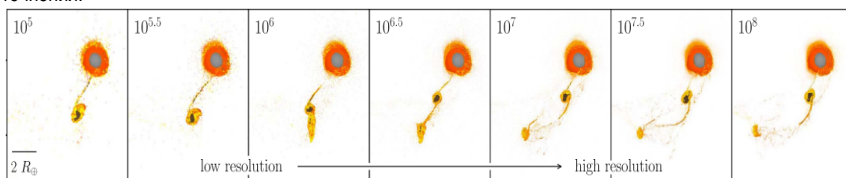


Рис. 2. Компьютерная модель столкновения с использованием различного количества частиц в один и тот же момент времени (3,6 ч.)

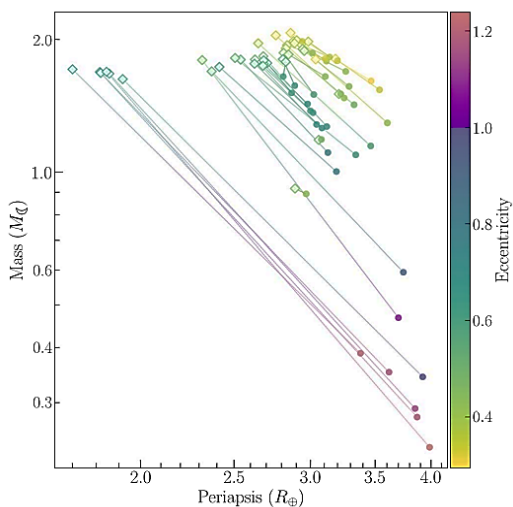


Рис. 3. Изменение массы, перигеетра и эксцентриситета всех крупных спутников, проходящих вблизи или внутри предела Роша



В некоторых сценариях моделирования спутники запускаются не так далеко, и их перицентры попадают в предел Роша. Однако спутники могут не только испытать частичное разрушение на своей начальной орбите, но и выбитая Тейей материя может передать угловой момент этим спутникам и отправить их на орбиту вне предела Роша. При этом диапазон сценариев, в которых может образоваться Луна, расширяется. Изменение массы, перицентра и эксцентриситета (числовая характеристика конического сечения, показывающая степень его отклонения от окружности) траекторий всех крупных спутников, проходящих вблизи или внутри радиуса Роша, при этом сохраняя 10 % своей первоначальной массы, показано на рис. 3. В зависимости от их начальных орбит спутники могут либо не терять массу, либо потерять часть массы и выйти на стабильную орбиту с перицентром  $\sim 2,4 R_{\oplus}$ , либо подвергнуться практически полному разрушению и быть выброшенными на свободные орбиты.

### Обсуждения

Исходя из вышесказанного следует, что гипотеза образования Луны за относительно короткое время нуждается в дальнейших исследованиях. Сравнением и изучением результатов моделирования столкновения, по-видимому, можно объяснить формирование различных спутников, в том числе без расплавленных недр, а также подтвердить или опровергнуть гипотезу влияния Луны на образование кислородной жизни на планете Земля [9].

### Список источников

1. *Hartmann W., Davis D.* 1975, *Icar*, 24, 504: Satellite-sized planetesimals and lunar origin.
2. *Galimov E.* Formation of the Moon and the Earth from a Common Supraplanetary Gas–Dust Cloud: Original Russian Text, published in *Geokhimiya*. 2011. Vol. 49. N 6. P. 563–580.
3. The Capture Theory of the Moon: 1994, Grolier Incorporated. Vol. 19. P 437.
4. Immediate Origin of the Moon as a Post-impact Satellite: *The Astrophysical Journal Letters*, 937: L40. 2022.
5. *Cano E. Shearer:* Distinct oxygen isotope compositions of the Earth and Moon.
6. URL: <https://org/10.3847/2041-8213/ac8d96> (дата обращения: 16.02.2023).
7. *Liu M.* Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) // *Overview and Recent Developments: Arch Comput Methods Eng* (2010) 17: 25–76.
8. *Stanton J. Peale,* *Celestial mechanics:* Britannica.
9. *Klatt J., Chennu A.* Possible link between Earth's rotation rate and oxygenation, *Nature Geoscience*, 2021. P. 564–570.

УДК 687.056.8

**Е. А. Пашина**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**ВЫЯВЛЕНИЕ И МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

В данной статье рассмотрены потери рабочего времени на предприятии, которые идентифицируются как промежуток трудового дня, в который сотрудник по тем или иным причинам не исполняет свои должностные обязанности. В эти часы он может осуществлять широкий перечень сторонних действий. Мероприятия по устранению потерь рабочего времени направлены на то, чтобы определить нерациональные индивидуальные и общие потери и минимизировать их.

Выявление причины потерь рабочего времени относится к перечню ключевых задач руководителя в организации. Потому что ни один сотрудник не тратит 100 % трудового дня на работу. Причины непроизводительных затрат рабочего времени имеют собственную типологию, существуют способы, помогающие провести их расчет и минимизацию. Нерациональные потери рабочего времени есть всегда, их полная ликвидация невозможна. Но возможно изучение трудовой деятельности сотрудников с целью уменьшения нетрудовых потерь рабочего времени через проведение релевантных мероприятий [1], [2].

Для повышения производительности труда проводится внутренний аудит. Запланированные исследования были проведены путем применения фотокарточки рабочего дня на предприятии легкой промышленности. По результатам проведенного хронометража учета рабочего времени технологических операций было выявлено, что норма времени загрузки такта увеличена в разы от нормированного значения, указанного в нормативно-технической документации, в следствии того, что многие сотрудники в недоложной мере соблюдают требования к технологическому процессу в соответствии с должностными инструкциями. Следовательно, анализ учета рабочего времени и выявление временных издержек, которые являются потерями при бережливом производстве, является актуальным [3].

**Проблемная область**

Принимая участие в одном из нескольких исследований хронометрии рабочего цехового пространства на предприятии легкой промышленности в секторе производства текстильных изделий была рассмотрена внутренняя структура производства, в которой возникают проблемы в технологическом процессе. Рассматривая внутреннюю структуру производства на предприятии легкой промышленности, выявляются проблемы в технологическом процессе. Значительная часть рабочего дня расходуется на нерегламентированные перемещения, переговоры, не приносящие ценность, из-за которых происходит простой технологического процесса (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма причин потерь рабочего времени

**Практическая область применения**

Рассмотрим проблему в технологическом процессе через призму моделирования с помощью хронометража рабочего времени (табл. 1) [4].

Таблица 1

**Хронометраж рабочего времени**

Объект хронометража	Длительность				
	Часов	Минут	Секунд	В % от рабочего дня длительностью 8 часов	
Проверка качества изделия	5	37	10	70	
Смена моделей изделий	0	4	47	1	
Уборка рабочего места	0	3	21	1	
Перепроверка брака	0	3	58	1	
Перерыв на обед	1	0	0	12	
Прочие действия, не имеющие отношения к трудовой функции	Разговоры по телефону/между работниками	0	10	38	2
	Отсутствие на рабочем месте	0	21	49	5
	Бездействие	0	22	38	5

После определения продолжительности каждого вида затрат времени составляется сводка одноименных затрат времени или фактический баланс рабочего времени, в котором указывается удельный вес этой величины затрат в процентах от общего времени рабочего дня.

Выявить потери актуального рабочего времени работников в течение месяца, можно по формуле 1 [5]:

$$\Phi = (СП - СФ) * СГ * КС, (1)$$

где СП – продолжительность смены по плану; СФ – фактическая продолжительность смены; СГ – число смен в месяц; КС – количество специалистов.

$$\Phi = (480 - 390) * 23 * 5 = 10\,350 \text{ мин} = 172,5 \text{ ч};$$

$$11010 - 10\,350 = 690 = 11,5 \text{ ч.}$$

Получается, что 11,5 часа в неделю – это временными потерями, которые не эффективны для бережливого производства.

**Заключение**

Данная проблема существует в любой компании, вне зависимости от сегмента, числа специалистов и прочих факторов. Решается она стандартным алгоритмом – сначала выполняется анализ и комплексная оценка прямых потерь рабочего времени. Затем вскрываются причины и принимаются релевантные меры. Наиболее эффективным вариантом выступает внедрение специализированного софта, позволяющего контролировать трудовой ресурс персонала [6], [7].

**Список источников**

1. *Силов В. Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. М.: ИНПРОЕС, 1995. 228 с.
2. Производительность труда: что это такое в экономике и от чего она зависит. URL: <https://www.calltouch.ru/blog/proizvoditelnost-truda-chto-eto-takoe-kak-najti-pokazatel-i-dobitsya-ego-rosta/> (дата обращения: 12.03.2023).

3. Нормирование и организация труда. URL: <https://repo.ssau.ru/bitstream/Metodicheskie-ukazaniya/Normirovanie-i-organizaciya-truda-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-k-prakt-zanyatijam-53183/1/Скиба%20М. В.%20Нормирование.pdf> (дата обращения: 12.03.2023).

4. Хронометраж рабочего времени: проведение и методы эффективного анализа. URL: <https://bitcop.ru/monitoring/hronometrazh-rabochego-vremeni> (дата обращения: 14.03.2023).

5. Как определить потери рабочего времени у сотрудников и повысить эффективность труда. URL: <https://bitcop.ru/blog/kak-opredelit-poteri-rabochego-vremeni-u-sotrudnikov?ysclid=lf87y97kg5606459787#poteri-rabochego-vremeni-formuly> (дата обращения: 12.03.2023).

6. Потери фирмы. URL: [https://studopedia.ru/2\\_122026\\_poteri-firmi.html](https://studopedia.ru/2_122026_poteri-firmi.html) (дата обращения: 14.03.2023).

7. Бережливое производство, снижение временных потерь. URL: <https://эконфин.рф/berezhlivoe-proizvodstvo-iii-kak-sniz/> (дата обращения: 14.03.2023).

УДК 687.051.3

**Е. А. Пашина**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В данной статье рассмотрено применение инструментов производственного цикла на предприятии легкой промышленности для последующего повышения производительности труда. Длительность производственного цикла является одной из важнейших характеристик уровня организации производства. Расчет длительности производственного цикла имеет многоцелевое назначение. Он используется при разработке производственной программы цехов, загрузки рабочих мест и оборудования, для расчета размера незавершенного производств.

#### Актуальность

Производственный цикл – период пребывания предметов труда в процессе производства с момента запуска сырья и до момента выпуска готовой продукции. Производственный цикл состоит из рабочего времени, в течение которого затрачивается рабочий труд, и времени перерывов. Производственный цикл всегда продолжительнее технологического цикла, так как кроме выполнения технологических операций в него включается время на выполнение контрольных и транспортных операций, время, затрачиваемое на естественные процессы, и время различных перерывов. Однако на практике не все виды затрат времени из-за их незначительной величины учитываются при расчете продолжительности производственного цикла. Расчет длительности производственного цикла – используется в качестве показателя эффективности производственного процесса.

#### Проблемная область

Принимая участие в одном из нескольких исследований хронометрии рабочего цехового пространства на предприятии легкой промышленности в секторе производства текстильных изделий была рассмотрена внутренняя структура производства, в которой возникают проблемы в технологическом процессе. Рассматривая внутреннюю структуру производства на предприятии легкой промышленности, выявляются проблемы в технологическом процессе. Значительная часть рабочего дня расходуется на нерегламентированные перемещения, переговоры, не приносящие ценность, из-за которых происходит простой технологического процесса (рис. 1).

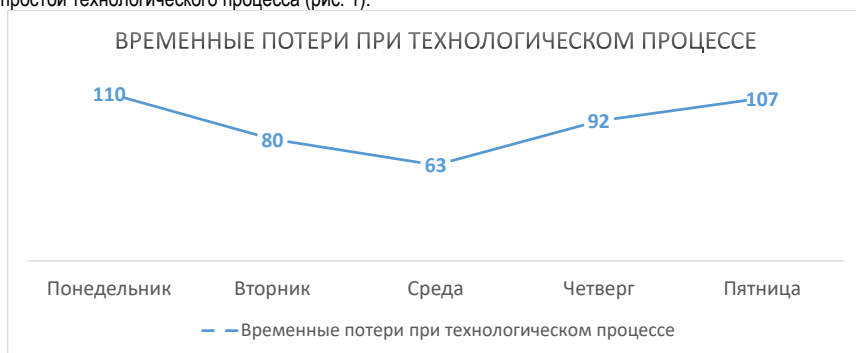


Рис. 1. Диаграмма временных потерь при технологическом процессе

**Практическая область применения**

Рассмотрим проблему в технологическом процессе через призму моделирования с помощью расчета производственного цикла. Передача предметов труда на предприятии может осуществляться по-разному. В данной статье рассмотрен последовательный вид движения предметов труда в производственном процессе.

Последовательный вид движения заключается в том, что каждая последующая операция начинается только после окончания изготовления всей партии деталей на предыдущей операции. При этом передача с одной операции на другую осуществляется целыми партиями.

*Достоинства:* простота его организации, отсутствие перерывов в работе оборудования и рабочего на каждой операции, возможность их высокой загрузки в течение смены, но производственный цикл при такой организации работы является наибольшим, что отрицательно сказывается на технико-экономических показателях деятельности цеха, предприятия.

*Недостатки:* продолжительность технологического (производственного) цикла значительно увеличивается из-за отсутствия параллельности в обработке деталей, то есть каждая деталь партии, за исключением первой и последней, пролеживает каждой операции дважды: перед началом обработки и после нее до окончания обработки последней детали в партии. Применяется преимущественно в единичном и мелкосерийном производствах. Продолжительность технологического цикла обработки партии деталей определяется по формуле:

$$T_{\text{посл}} = n \sum (t_{\text{шк}} / C_i), \tag{1}$$

где  $n$  – размер производственной партии, шт.;  $t_{\text{шк}}$  – норма времени на операцию, мин.;  $C_i$  – число мест на  $i$ -й операции.

Размер партии изделий  $n=10$  шт. (Последовательное движение.)

**Таблица 1**

**Хронометраж**

Номер операции	Норма времени ( $t_{\text{шк}}$ )	Число мест ( $C_i$ )
1	5	3
2	7,5	3
3	8	3
4	3	3

Определить длительность производственного цикла; построить график выполнения технологических операций.

*Решение*

1. Определить длительность цикла на первой операции:

$$T_{\text{посл}} = n \sum (t_{\text{шк}} / C_i) = 10 * (5/3) = 17 \text{ мин.}$$

2. Определить длительность цикла на второй операции:

$$T_{\text{посл}} = n \sum (t_{\text{шк}} / C_i) = 10 * (7,5/3) = 25 \text{ мин.}$$

3. Определить длительность цикла на третьей операции:

$$T_{\text{посл}} = n \sum (t_{\text{шк}} / C_i) = 10 * (8/3) = 27 \text{ мин.}$$

4. Определить длительность цикла на четвертой операции:

$$T_{\text{посл}} = n \sum (t_{\text{шк}} / C_i) = 10 * (3/3) = 10 \text{ мин.}$$

5. Определить общую длительность цикла по всем операциям:

$$T_{\text{посл}} = 10 * [(5/3 + (7,5/3) + (8/3) + (3/3))] = 79 \text{ мин. или } T_{\text{посл.}} = 17 + 25 + 27 + 10 = 79 \text{ мин.}$$

6. Построить график выполнения технологических операций.



Рис. 2. График последовательного выполнения технологических операций

### Заключение

Длительность производственного цикла влияет на важнейшие показатели работы предприятия и приводит к ускорению оборачиваемости оборотных средств, сокращению объемов незавершенного производства, повышению производительности труда, улучшению использования производственных мощностей и росту выпуска продукции, снижению себестоимости единицы продукции за счет уменьшения постоянных расходов, приходящихся на единицу продукции, повышению рентабельности производства. Благодаря несложному строению помогает оперативно составить модель производства и посмотреть, что именно задерживает технологический процесс, какая операция лишняя или, наоборот, какую операцию стоит добавить, чтобы уменьшить временные простои. И после анализа принимается решение: какую операцию в технологическом процессе необходимо усовершенствовать и ускорить.

### Список источников

1. *Силов В. Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. М.: ИНПРОРЕС, 1995. 228 с.
2. Производительность труда: что это такое в экономике и от чего она зависит. URL: <https://www.calltouch.ru/blog/proizvoditelnost-truda-chto-eto-takoe-kak-najti-pokazatel-i-dobitsya-ego-rosta/> (дата обращения: 02.03.2023).
3. Нормирование и организация труда. URL: <https://repo.ssau.ru/bitstream/Metodicheskie-ukazaniya/Normirovanie-i-organizaciya-truda-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-k-pr:akt-zanyatiyam-53183/1/Скиба%20М. В.%20Нормирование.pdf> (дата обращения: 02.03.2023).
4. Производственный цикл. URL: <https://works.doklad.ru/view/J1GaCwmywl/all.html> (дата обращения: 02.03.2023).
5. Расчет длительности производственного цикла и пути его сокращения. URL: <https://studfile.net/preview/8723927/page:4/> (дата обращения: 03.03.2023).
6. Производственный цикл предприятия: что это такое и как это рассчитать. URL: <https://moneymakerfactory.ru/spravochnik/proizvodstvennyiy-tsikl-predpriyatiya/> (дата обращения: 03.03.2023).

УДК 63

**А. Р. Писаренко**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## РАЗВИТИЕ КАРБОНОВЫХ ФЕРМ В РОССИИ

### Введение

В данной статье рассмотрено влияние сокращения выбросов углекислого газа на окружающую природу. Проведен анализ социально-экономического влияния карбоновых ферм на территории регионов; приведены общие особенности, отмечаемые в большей части исследований. Рассмотрен процесс развития карбоновых ферм в разных регионах. Сделаны выводы о целесообразности карбоновых ферм в России.

В последнее время все более очевидной становится проблема глобального потепления и все более актуальным становится вопрос о выбросах в атмосферу большого количества парниковых газов.

Количество парниковых газов в окружающей среде неизменно растет, не смотря существующие и разрабатываемые меры по снижению углеродного следа. Количество веществ, содержащихся в антропогенном круговороте уже достигает такого же количества, как и в природном. Вредные вещества, попавшие в окружающую среду, выводятся с помощью природных объектов, но когда их количество превосходит возможности потребления природными компонентами или еще хуже загрязняется новым веществом, которое не вступает в реакцию с природными веществами, происходит загрязнение окружающей среды и аккумуляция эффектов от этого загрязнения.

Люди начали разрабатывать методы очистки от различных загрязнителей, лучше всего с очисткой справляются как не странно сами природные объекты. То есть практически на каждое загрязняющее вещество возможно найти способ изъятия его из экосистемы, преобразовать одно вещество в другое.

Также стоит острая проблема с увеличением содержания углекислого газа, который образуется в результате сгорания топлива, такого как древесина, уголь, бензин и керосин. Все теплоэлектроцентрали работают на этом топливе, от него нельзя так просто отказаться, так что эту проблему сложно решить отказом от углеродного топлива. Введение ограничений на использование такого топлива, конечно, приносит свои результаты, но возникает необходимость воздействовать еще и на извлечение поступивших вредных веществ из экосистемы.

Технология улавливания углерода, ведение так называемого углеродного земледелия является основой для возможностей продажи углеродных кредитов. Подобный процесс начал свое развитие в США и в других развитых странах. Удаление лишнего углерода из атмосферы и сохранение его в почве позволит восстановить баланс углеродного цикла и естественным образом увеличить продуктивность земель [1].

Карбоновые фермы способны решить проблему излишне большого количества соединений углерода в атмосфере. Это поможет контролировать состояние углеродного баланса. На карбоновых фермах должны подтверждать объем поглощенного количества углекислого газа, рассчитывать и измерять количество произведенного кислорода.

Карбоновая ферма, созданная вместе с карбоновым полигоном, предназначена для отработки аграрных технологий, способных вывести процесс поглощения на максимальный уровень. Контролем над производством и поглощением парниковых газов занимается карбоновый полигон. Использование фотосинтеза растений – биологическая основа карбоновой фермы [2].

### Организация производства

Производство карбоновых ферм основано на ресурсах окружающей среды, а именно на растительности и способности разных растений поглощать углеродные выбросы. Днем растения при солнечном свете поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Этот процесс называется фотосинтез и



именно он лежит в основе карбоновых ферм. Молодые растения гораздо лучше подходят для этих целей, они поглощают больше парниковых газов, чем старые. Экосистемы преобразуют углеродные вещества при природном цикле из газообразного состояния в твердое состояние. Эти твердые вещества консервируются в растениях и не представляют угрозу для людей. Именно на этих явлениях основана работа карбоновых ферм. Производительность карбоновой фермы должны считать по объему поглощенного углекислого газа. Дальше это пересчитывается в углеродные единицы, которые законодательно определены в качестве верифицированного результата реализации климатического проекта, выраженного в массе парниковых газов, эквивалентной тонне углекислого газа. Именно по углеродным единицам будет считаться выплата компании карбоновых ферм. Поэтому от их подсчета будет зависеть выгода производства [3].

Производство организуется поэтапно:

1. выращивание растительных культур, которые подходят под эту экосистему;
2. ландшафтное строительство, разделение на секции, так же производится установка оборудования, для измерения уровня углеродного следа;
3. процесс декарбонизации;
4. биржевая продажа углеродных единиц.

### **Планы развития ферм в Российской Федерации**

Переход к высоким углеродным стандартам для сдерживания негативных климатических процессов неизбежен, а глобальная торговля квотами на выбросы парниковых газов предопределяет создание и функционирование карбоновых ферм. Так что и в России существует проект развития карбоновых ферм.

Этот проект называется «Карбон». Первая российская компания, которая будет заниматься поглощением углерода, сложности составляет, то что законодательная база под данную отрасль, разрабатывается вместе с компанией.

В ближайшие 10 лет, эта отрасль будет являться развивающейся, и Россия может преуспеть в этом направлении. Россия обладает большим потенциалом, огромное количество территорий, не тронутых человеком, идеально подходящих под карбоновые полигоны.

Но для правильного развития нужно разработать методику измерения объема поглощенного углекислого газа, так же провести выявление наиболее подходящих регионов для размещения ферм, проанализировать различные растения на пригодность их поглощать углекислый газ, оценить эффективность новой индустрии поглощения углерода.

Компания «Карбон» разрабатывает новейшие технологии для высокоточного определения объема сбора углекислого газа, а также собираются проводить постоянный мониторинг углеродного баланса окружающей среды.

Карбоновые полигоны в России создаются на базе университетов и научных организаций. Организационные моменты берут на себя индустриальные организации, а исследование и расчеты научные сотрудники учебных заведений.

Определение вектора развития сети российских карбоновых полигонов, координацию и методологическую поддержку осуществляет Экспертный совет при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по вопросам научного обеспечения развития технологий контроля углеродного баланса. Он рассматривает предложения о создании новых полигонов (включение в пилотный проект требует заключения Экспертного совета), определяет показатели эффективности и оценивает их деятельность [4].

В феврале 2021 года Министерство науки и высшего образования Российской Федерации запустило двухлетний «пилотный проект по созданию полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса как специально оборудованных участков местности» в семи регионах: Чеченская Республика, Краснодарский край, Калининградская область, Новосибирская область, Сахалинская область, Свердловская область и Тюменская область. Регионы выбирались не случайно, проводилась их оценка по возможностям поглощения парниковых газов. Также выбирались и регионы со скудной экосистемой для экспериментов и мониторинга обстановки, как пример Ямало-Ненецкий автономный округ. Выбирались регионы во всех климатических поясах, так же выбрали Сахалинскую об-

ласть с учетом, того что это самый большой остров Российской Федерации, и он обладает уникальной экосистемой. Выбирали прибрежные регионы и континентальные с разными типами лесов, затрагивая почти все экосистемы.

По состоянию на октябрь 2022 года в России действовало 15 полигонов общей площадью 39,2 тыс. га. Ожидается, что карбоновые полигоны будут охватывать все репрезентативные экосистемы России – для уточнения их углеродных балансов (рис. 1).

## Планируемые в рамках пилотного проекта полигоны при организациях Минобрнауки России



Рис. 1. Планируемые в рамках пилотного проекта полигоны при организации Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

На действующие полигоны приходится более трети российских экосистем. По оценкам Минобрнауки России, для охвата всей страны их количество должно возрасти до 80. Таким образом, произойдет пятикратное увеличение карбоновых ферм в стране. Особенностью применения карбоновых ферм в России является то, что значительная часть территорий находится в областях вечной мерзлоты, где карбоновые фермы плохо себя покажут, поскольку растительности в северных областях меньше, следовательно, и экосистемы скуднее, и объем, который она может поглотить меньше. Но именно для исследования таких зависимостей и запустили пилотный проект, который покажет области с наилучшим и наихудшим расположением.

### Экспертная оценка о мощности карбоновых ферм

Данные о потенциальной мощности карбоновых ферм неоднозначны. Одна группа экспертов принимает эквивалент поглощающей способности деревьев из соотношения 1 углеродная единица соответствует функционированию 12 деревьев и 1 т поглощенного углекислого газа. В среднем на площади в 1 га можно высадить 360 деревьев, что составит 30 т углекислого газа. Если озелененная площадь фермы составит 200 га, то ее продуктивность – 6000 т углекислого газа. При условной цене 10 евро за 1 т поглощенного углекислого газа общая стоимость соответственно 60 тыс. евро. Другая группа экспертов осторожно определяет способность 1 га леса поглощать 2 т углекислого газа, поэтому ферма площадью 200 га способна консервировать 400 т углекислого газа. Поскольку эти показатели

очень разнятся, и сумма денежных средств, которые возможно получить, следовательно, тоже будет сильно отличаться. Очевидно, что максимальная емкость лесных систем определяется совокупностью множества факторов – природно-климатических (продолжительность зимы, температурный и ветровой режимы, осадки, инсоляция), составом и водообеспеченностью почвы, видовым составом и возрастом растений и иных условий [5].

Исходя из этих данных можно сделать вывод, что при расчете предполагаемых показателей необходимо учитывать множество факторов, некоторые из них проверяются с помощью запущенного пилотного проекта в различных климатических областях и частях нашей страны.

После того, как пилотный проект покажет слабые и сильные стороны каждого региона, начнется активное создание карбоновых полигонов в наиболее пригодных местах.

### Преимущества и недостатки карбоновых ферм

Таким образом, к числу основных экономических выгод можно отнести:

1. новый источник налоговых отчислений;
2. возможность обеспечить поддержку для предприятий с углеродным следом;
3. увеличение экономических выгод частных предпринимателей;
4. увеличение разнообразия доходов фермерских хозяйств;
5. компенсационные платежи за секвестрированный углерод.

К ряду социальных выгод относятся:

1. создание новых кафедр и новых направлений в ВУЗах для подготовки специализированных кадров;
2. создание новых рабочих мест за счет появления нового вида деятельности;
3. польза для общественного здравоохранения и улучшение инфраструктуры;

К числу сопутствующих экологических выгод можно отнести:

1. улучшение климата;
2. улучшение плодородия;
3. развитие экосистемных услуг;
4. контроль углеродного баланса на территории страны;
5. снижение негативного воздействия на окружающую среду;
6. улучшение экологической обстановки;
7. улучшение качества воды;
8. улучшение здоровья и качества почвы;
9. защита и увеличение биоразнообразия;
10. рост урожайности сельскохозяйственных культур;
11. увеличение опыления и урожайности сельскохозяйственных культур;
12. создание ветрозащитных полос с помощью карбоновых ферм, которые будут снижать скорость ветра, уменьшать эрозию почвы, улучшать микроклимат и создавать укрытие для скота.

Но несмотря на большое количество различных выгод, развитие карбоновых ферм также может спровоцировать и негативные эффекты, такие как:

1. вероятность выращивания монокультур, что может привести к ряду негативных последствий для экологии региона;
2. увеличение расчистки земель.

### Заключение

Учитывая то, что в настоящее время проблема выбросов CO<sub>2</sub>, связанная с глобальным потеплением, становится все более очевидной. Актуальным остается поиск возможных направлений для решения данной проблемы. Одним из способов решения стало развитие карбоновых полигонов и ферм, что является важным этапом достижения целей новой климатической политики.

Карбоновая ферма – это специализированный набор ресурсов, включающий в себя не только территорию, но и очень большой набор компетенций, технологий и опыт. Анализ полученного опыта, при реализации пилотных проектов, поможет в будущем расширить производство и территории приме-

нения. А что касается потенциальных покупателей карбоновых ферм, то в России уже сейчас огромная очередь [6].

Земли России очень разнообразны и что применимо для одного региона, совсем не подходит для другого в связи с их климатическими, рельефными факторами. Для изучения каждого фактора потребуются годы усердной работы и множество исследований. Именно поэтому к карбоновым полигонам прикрепляет учебные заведения, которые будут заниматься этим вопросом.

Также учебные заведения должны разработать инструменты и методы подсчета достижения требуемых показателей, чтобы не оставалось неточностей и погрешностей, чтобы формула подсчета учитывала все внешние факторы.

#### Список источников

1. *Крупина Н. Н.* Характеристика бизнес-процесса карбоновой фермы // Россия: тенденции и перспективы развития. 2022. № 1. С. 449–453.
2. *Мальш Е. В.* Ренты карбоновых ферм на землях сельскохозяйственного назначения // Региональные проблемы преобразования экономики. 2021. № 1. С. 58–65.
3. *Морковина С. С., Панявина Е. А., Шанин И. И.* Экономические аспекты организации карбоновых ферм на лесных землях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2021. № 1 (52). С. 17–25.
4. Министерство образования и науки Российской Федерации // Карбоновые полигоны. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/poligony/> (дата обращения: 15.05.2023).
5. *Османов Ж. Д., Константинов А. В.* Система угроз экономической безопасности национального хозяйства в современных условиях хозяйствования // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 1 (17). С. 250–264.
6. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на лесное хозяйство // И. О. Торжков, Е. А. Кушнир, А. В. Константинов и др. // Метеорология и гидрология. 2019. № 3. С. 40–49.

УДК 502.31

**А. Р. Писаренко**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

старший преподаватель – научный руководитель

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛОТНЫХ ДОЖДЕЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ

### Введение

В данной статье рассмотрено негативное воздействие кислотных дождей на экосистемы. Проведен анализ принципов образования кислотных дождей. Описаны негативные события, возникающие в кислой среде. Даны рекомендации о способах борьбы с кислотными дождями и их последствиями.

В настоящее время в мире существует немало экологических проблем и довольно часто они взаимосвязаны и могут усиливать эффект друг друга. Например, загрязнение воздуха за собой ведет загрязнение воды и почвы, вследствие выпадения осадков. Таким образом, при решении существующих экологических вопросов и проблем следует применять комплексный подход для всех компонентов природной среды.

Люди всегда в основном использовали окружающую среду как ресурс, но долгое время их действия не оказывали существенного влияния на атмосферу. Только в конце прошлого века изменения в биосфере под влиянием хозяйственной деятельности привлекли внимание ученых. В первой половине этого столетия изменения усилились, и теперь человеческая цивилизация переживает лавину негативных изменений в природе [1].

Природа не справляется с веществами, которые образуются при человеческой деятельности. В основном от промышленных комплексов и транспорта. Именно поэтому и происходит загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы. Эти загрязнения приводят к ужаснейшим последствиям: сокращение продолжительности жизни человека, исчезновение видов животных и растений.

Загрязнение атмосферы вызывает такое явление как кислотный дождь. Возникновение кислотного дождя показывает, что в атмосфере накопилось большое количество оксидов азота и оксида серы. Хотя обычные осадки не представляют угрозы, в случае образования кислотных дождей под негативное воздействие попадает растительный и животный мир, а также памятники культуры, здания и сооружения.

В связи с ухудшением экологической ситуации, присущей крупным промышленным центрам и городам, актуальной становится задача проведения исследования образования и воздействия кислотных дождей. Ежегодно в атмосферу выбрасываются сотни миллионов тонн оксидов серы, азота, галогенированных производных и других соединений. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются электростанции на минеральном топливе, черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, воздушный и автомобильный транспорт. Кислотные осадки – это проблема, которая, если она будет развиваться бесконтрольно, может вызвать серьезные экономические и социальные проблемы [2].

Исходя из всего вышесказанного целью настоящего исследования является изучение и анализ влияния кислотных осадков на экосистемы.

Определить степень загрязнение атмосферы можно по количеству концентраций вредных веществ, но атмосфера самая подвижная часть биосферы, поэтому сделать это нелегко. При больших скоростях ветра загрязняющие вещества быстро разлетаются по большой области. Видимых же явлений, которые показывают, что загрязнение атмосферы произошло можно назвать лишь смоги и кислотные дожди. Оба этих явления оказывают негативный эффект на экосистему.

Кислотный дождь – это выпадение осадков, которая включает в себя смесь влаги, оксидов азота, а также оксид серы, концентрация которых превышает допустимую норму. Все что выше нормы для природы, она сбрасывает с дождем.

Кислотные осадки (дожди, туманы, снег) – это осадки, кислотность которых выше нормальной. Мерой кислотности является значение pH (водородный показатель). Шкала значения варьируется от 1 до 14, где pH<7 кислая среда, pH= 7 нейтральная среда, pH>7 щелочная среда.

Вода обычного дождя представляет собой слабокислый раствор. Это происходит вследствие того, что природные вещества атмосферы, такие как углекислый газ, вступают в реакцию с дождевой водой. При этом образуется слабая угольная кислота, тогда как в идеале pH дождевой воды равняется 5,6–5,7. Кислотные дожди обладают pH<5,6. То есть уже природой заложен сдвиг равновесия дождей в кислую среду, но антропогенная деятельность увеличивает этот сдвиг еще больше. Показатель кислотности отличается в зависимости от местности и атмосферы, а так как она очень подвижна, то и подсчитать, и спрогнозировать это очень трудно.

Причины кислотных дождей, как уже говорилось ранее, в большей степени от человеческого деятельности, происходит накопление NO<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub> в результате горения топлива. Эти вещества вступают в реакции, соединяются, но все равно остаются в атмосфере. Единственным путем их вывода из атмосферы как раз и являются кислотные дожди. Поскольку это единственный выход, а также в связи с тем, что человек стал потреблять, сжигать все больше топлива из года в год, то и количество кислотных дождей неуклонно растет, также растет их кислотность и негативный эффект.

Естественными источниками соединений азота являются грозовые разряды, почвенная эмиссия, горение биомассы, антропогенными – выбросы автотранспорта, промышленности, тепловых электростанций [3].

Негативный эффект от кислотных дождей на водоемы можно разделить на 3 стадии по их показателю кислотности:

1) pH <7 водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи, уменьшается количество кислорода в воде, начинают бурно развиваться водоросли (буро-зеленые). Первая стадия заболачивания водоема;

2) pH<5,6 погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон – крошечное животное, которое составляет основу пищевой цепи водоема и питается веществами, образующимися при разложении бактериями органических веществ;

3) pH<4,5 погибает вся рыба, большинство лягушек и насекомых.

Первая и вторая стадии обратимы при прекращении воздействия кислотных дождей на водоем.

После второй стадии, где погибают донные бактерии, в водоемах начинает накапливаться органика, а по мере накопления органики, из нее выщелачиваются токсичные металлы с большой молекулярной массой, такие как кадмий, свинец, ртуть. Эти вещества, проявляют как острую, так и хроническую токсичность, поэтому очень опасны для человека. Также эти вещества проявляют мутагенные свойства. Люди, пьющие воду с высоким содержанием свинца или принимающие в пищу рыбу с высоким содержанием ртути, могут приобрести серьезные заболевания. Мутации и смерти также встречаются от этих веществ. А причиной и цепной реакцией всего этого послужили именно кислотные дожди, а ведь они оказывают воздействие не только на гидросферу.

Негативный эффект от кислотных дождей на растения на суши также огромен, на суши происходит процесс обезлесения. Этот процесс происходит из-за деятельности людей, в первую очередь из-за вырубки лесов без лесовосстановления. Также лесные пожары приводят к этому, по большей части они происходят из-за человека. Ну и естественные причины ураганы, смерчи и болезни леса. К антропогенному фактору также нужно отнести кислотные дожди. Вырубки и пожары уничтожают целиком деревья, кислотные дожди делают намного хуже, они уничтожают растительный слой деревьев, листья, корни. После таких дождей остаются голые стволы с ветками и без листвы, функционировать такое дерево уже не может, процессы фотосинтеза и дыхания нарушены. Деревья с поврежденными корнями становятся более слабыми и больными. Лес с поврежденными деревьями занимает территорию, где теоретически могли бы расти здоровые деревья.

А процесс обезлесения ведет за собой другие негативные явления, такие как усиление парникового эффекта и глобальное потепление, что является одной из глобальных проблем человечества. Также процесс обезлесения приводит к эрозии почв, а эрозия почв в свою очередь вызывает оползни, пылевые бури. обезлесение негативно влияет и на воду, уменьшается круговорот воды между подземными и поверхностными водами, и они пересыхают. Первоначально весь этот круговорот запустил именно кислотный дождь.

Обезлесение также уменьшает биоразнообразие животных и растений. Человечество старается не вырубать редкие деревья, создавать заповедники, парки, защитить деревья от вырубки. Но кислотные дожди – это явление неконтролируемое, и даже если человек защитил небольшой участок земли от вырубки, от пожаров, то от дождя спасти ему этот участок будет невозможно. А как итог могут погибнуть редкие растения, заповедники и парки.

Если кислотный дождь прольется на сельскохозяйственные поля с посевами, собрать урожай не выйдет, он не сможет вырасти. Во-первых, кислотные дожди вымывают катиона калия из почвы, также вымывают токсичные вещества. К примеру, почвенно-поглощающий комплекс может накапливать тяжелые металлы в себе, не неся вред для человека и окружающей среды, в пределах ограниченных количествах. Но кислотные дожди вымывают эти металлы из почвы в водные объекты. А в водных объектах эти металлы уже становятся опасными для человека. Во-вторых, кислотные дожди создают из почвы кислотную среду, непригодную для роста растений. Хотя и существуют растения, для которых требуется немного кислая почва, однако при значениях  $pH < 4,5$  нет таких растений, которые смогли бы выжить в существующих условиях.

При кислотных дождях замедляется рост культурных растений: помидоров, сои, фасоли, табака, шпината, моркови, капуста-брокколи и хлопка [4].

Для решения проблемы кислых почв обычно применяют ощелачивание, поскольку кислота, соединяясь с щелочью, вступает в реакцию нейтрализации. Поэтому рассыпав и прикопав известняк на поле, мы увеличим изменение показателя  $pH$  в сторону нейтральной среды, идеальная почва имеет показатель  $pH=5,7$ .

Кислотные дожди также оказывают влияние и на город. Памятники из мрамора подвержены воздействию кислотных дождей. Защитить мраморные постаменты от дождя так просто не выйдет, они занимают большую площадь и бывают очень высокими. Тем более если защищать каждый мраморный камень в городе, это будет очень затратное решение. Также коррозии подвержены металлические элементы зданий и городской инфраструктуры. Кислота очень активно вступает в реакцию с металлами, повреждая конструкции. Также специальная краска, которая является защитным слоем от воды, также подвергается воздействию и вымывается быстрее установленного срока. Разрушение защитного слоя далее приводит к разрушению основной части конструкции.

На человека кислотные дожди тоже оказывают влияние, после дождя твердые взвешенные частички веществ, от кислоты еще долгое время будут летать в воздухе. При вдыхании человека способствует проблемам с сердцем и легкими.

Способы борьбы с кислотным дождем придумать сложно, это природное явление, которое человек не может контролировать. Мы должны оказывать воздействие на количество вредных веществ, попадающих в атмосферу, и не давать образоваться такому дождю, особенно тщательно нужно следить за оксидами азота и серы –  $NO_2$  и  $SO_2$ , ведь именно эти оксиды приводят к образованию кислой среды дождя, понижая его значения  $pH$ , до вредных значений. От значения  $pH$  зависит растворимость алюминия и тяжелых металлов, токсичных для живых организмов. При изменении  $pH$  меняется структура почвы, снижается ее плодородие [5].

Борьба с выбросами вредных веществ в атмосферу должно проходить комплексно на уровне государства и взаимодействия между государствами с учетом трансграничного переноса. Это общая проблема всего человечества и решать ее нужно всем вместе, ограничивая выбросы во всем мире.

Вариантов как повлиять на источники образования кислотных дождей у людей предостаточно. Нужно уменьшить количество вредных веществ, попадающих в окружающую среду. Речь идет о следующих мерах:

1. Комплексная очистка выбросов от источников;
2. Восстановление поврежденных сред;
3. Массовое внедрение альтернативных источников энергии.

Системы очистки должны стоять на каждой трубе и доводить концентрации вредных веществ до минимума. Фильтры должны вовремя обновляться, и работники предприятий должны следить за состоянием систем очистки. Нужно помнить о топливе, использовать уголь – это наилучшее решение, наилучшем же является природный газ. Должны снижать содержания серы в различных видах топлива.

Лучше всего было бы использовать топливо с низким содержанием серы. Очистить от серы топливо к сожалению очень дорогой процесс.

Восстановить поврежденные системы довольно трудно, но если этого не делать экологические проблемы в мире могут уничтожить человечество. Актуально проблемой остается все нарастающее обезлесение, поэтому требуется разработка следующих природоохранных мероприятий: развитие сети зеленых насаждений, прекращение неограниченной вырубки лесов, создание защитных зон и особо охраняемых природных территорий.

Окисленную почву нужно восстанавливать с помощью щелочи и удобрений. Сначала сажают растения устойчивые к кислотной среде, по мере увеличения pH, растения будут заменяться на другие, любящие более щелочную среду. Добавляют чаще всего в кислую среду карбонат кальция, эта действие называется известкованием. Известь, попадая в воду, быстро растворяется, а образующаяся в результате гидролиза щелочь сразу же нейтрализует кислоты. Могут возникнуть сложности с замкнутыми, и также с быстро текущими водами реакция не дойдет до конца и произойдет нарушение химического баланса. Ну а самой большой проблемой является, что тяжелые металлы, которые уже выделились из почвы и воды, не будут растворяться ввиду своей малой растворимости. Следовательно, количество тяжелых металлов которое уже выделилось будет долгое время загрязнять окружающую среду. Именно поэтому необходимо своевременно известковать почву и воду, чтобы как можно меньше тяжелых металлов попала в природный круговорот.

Для защиты памятников архитектуры от воздействия кислотных дождей предполагается использование специальных красок и защитных составов. В первую очередь нужно защищать мраморные конструкции, потом уже чугун, далее гранит и в меньшей степени бронзу.

Проведенные исследования показывают, что в настоящее время существует довольно пестрая картина распределения химического состава кислотных осадков в зависимости от времени года, территории и скорости ветра. Однако в некоторых случаях можно все же выявить устойчивые закономерности состава осадков [6].

К одному из актуальных способов уменьшения количества кислотных оксидов относят внедрение альтернативных источников энергии. Такими источниками могут быть энергии:

1. атома;
2. ветра;
3. от геотермальных источников;
4. солнца;
5. движущейся воды.

Отказ от горючего топлива позволит человечеству если не избавиться совсем, так существенно сократить кислотные дожди. И последующих за ними проблем.

Также нужно осведомлять людей о ценности электроэнергии и развивать экологическую осознанность и культуру в обращении с природными ресурсами.

Кислотные дожди – это серьезная проблема, которая вызывает массу негативных явлений, которые в свою очередь могут привести к глобальному потеплению, голоду, сокращению продолжительности жизни. Игнорировать такое явление нельзя, человечество не может всегда бороться с последствиями, нужно действовать на причину возникновения. А причиной является выбросы кислотных оксидов при горении. Изменить свою политику в этом должны все государства в мире, отдельные предприятия, монополии и даже несколько стран не в состоянии в одиночку решить данную проблему.

#### Список источников

1. *Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В.* Экология. Природа – Человек – Техника: учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 343 с.
2. *Чомаева М. Н.* Взаимовлияние негативного воздействия кислотных осадков на окружающую среду и человека // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2020. № 5–3 (44). С. 27–29.
3. *Воскобойникова В. А.* Кислотные осадки как следствие антропогенного фактора // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2021. № 1–3 (52). С. 12–14.



4. Чотчаев З. Д. Кислотные осадки как проблема антропогенного характера // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 7–2 (70). С. 20–22.
5. Байчорова А. К. Кислотные осадки – антропогенная деятельность: экологические проблемы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 6–1 (69). С. 10–12.
6. Кислотность и химический состав осадков на территории московского региона в теплый период года / И. Д. Еремина, Н. Е. Чубарова, Л. И. Алексеева, Г. В. Суркова // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2014. № 5. С. 3–11.

УДК 621.315.175

**С. Д. Подвязкин**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Г. В. Гетманова**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## **ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В РФ**

Воздушные линии электропередачи (ЛЭП) повсеместно используются для передачи и распределения электроэнергии. Только в России общая протяженность ЛЭП составляет около 3 миллионов километров и охватывает все регионы страны. Нормальный ход производственных процессов в значительной степени зависит от бесперебойности энергоснабжения как одной из характеристик качества электроэнергии. При этом одним из факторов массовых нарушений электроснабжения потребителей выступает воздействие экстремальных погодных явлений. В межсезонье, когда температура воздуха колеблется около нуля, могут возникать погодные условия, способствующие обледенению проводов, налипанию мокрого снега. При сильной интенсивности обледенения масса проводов в полете может за нескольких часов увеличиться в 3–4 и более раз. В результате возрастают весовые и аэродинамические нагрузки на элементы конструкции ЛЭП. Изменение профиля проводов из-за обледенения приводит к их раскачиванию под воздействием ветра, так называемой «пляске». В результате возрастает риск разрушения проводов, опор, изоляторов, что приводит к отключению энергопотребителей, дорогостоящему ремонту линии. Прогрессирующая статистика случаев опасных гидрометеорологических явлений указывает на рост затрат электросетевых компаний на борьбу с гололедом при увеличивающейся протяженности ЛЭП. Проблема актуальна не только в России, но и за рубежом: в Канаде, Европе, Китае.

Во всем мире целым рядом компаний и организаций активно ведутся исследования и разработки способов, устройств для борьбы с гололедом на линиях электропередач. Однако несмотря на многолетние усилия, гололедные аварии в электрических сетях многих энергосистем по-прежнему вызывают наиболее тяжелые последствия и периодически дезорганизуют электроснабжение в различных регионах. По статистике в энергосистемах по причине гололеда происходит от 6 до 8 крупных аварий в год.

Борьба с гололедом осуществляется в большинстве случаев путем отбивки проводов от мокрого снега и льда. Установка опор через небольшие интервалы и даже примитивная борьба с гололедом требуют больших затрат труда и материальных ресурсов. В результате энергокомпания и потребители несут крупные убытки, а восстановление оборванных проводов – дорогостоящий и трудоемкий процесс. Энергетики рассматривают обледенение ЛЭП в качестве одного из наиболее серьезных бедствий. Методы борьбы с образованиями на проводах и тросах воздушных линий электропередачи заключаются в недопущении обледенения, снижения размеров отложений и удаления гололедных отложений. Рассмотрим некоторые из них.

Механические способы, используемые чаще всего, заключаются в применении специальных приспособлений, обеспечивающих сбивание льда с проводов (рис. 1). На линиях чаще всего используют механические методы борьбы с обледенением [1]–[3]. Механические способы заключаются в применении специальных приспособлений, обеспечивающих сбивание льда с проводов. Самый простой способ механического удаления гололеда – сбивание, которое производится при помощи длинных шестов с земли или с корзины автовышки, но они требуют доступа к ЛЭП, что нарушает нормальную работу участка. К тому же, механическое воздействие не препятствует обледенению, а устраняет его.

Удаление гололеда с проводов шестами практически неосуществимо без привлечения большого количества рабочих. Этот метод требует много времени и применяется только на коротких участках линий, когда плавка электрическим током экономически нецелесообразна или технически невыполнима. Известен способ перемещения по проводам воздушных линий электропередачи средств для удаления льда – роликов-ледорезов, основанный на использовании наземного транспортного средства –

трактора, связанного с роликами-ледорезами посредством штанги. Недостатком такого способа является низкая производительность и возможность повреждения и деформации проводов в процессе удаления отложений льда, что приводит к обрывам сети и сопровождается ускоренным износом проводов.



Рис. 1. Сбивание изморозевых отложений с проводов

Электротермические способы удаления льда заключаются в нагреве проводов электрическим током, обеспечивающим предотвращение образования льда, то есть профилактический подогрев или его плавка [4]. Профилактический подогрев проводов заключается в искусственном повышении тока сети ЛЭП до такой величины, при которой провода нагреваются до температуры выше  $0^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре гололед на проводах не откладывается. Профилактический подогрев необходимо начинать до образования гололеда на проводах при климатических условиях, когда его образование становится возможным. При профилактическом подогреве следует, как правило, применять такие схемы питания, которые не требуют отключения потребителей. Плавка гололеда на проводах осуществляется при уже образовавшемся гололеде путем искусственного повышения тока сети ЛЭП до такой величины, при которой выделяемой в проводах теплоты достаточно для расплавления гололеда с нормативной толщиной стенки при нормативных значениях температуры окружающей среды и скорости ветра. Ледяную корку на высоковольтных линиях ликвидируют, нагревая провода постоянным или переменным током частотой 50 Гц до температуры  $100\text{--}130^{\circ}\text{C}$ . Сделать это проще всего, замкнув накоротко два провода, предварительно отключив от сети всех потребителей. Отечественной промышленностью для целей плавки гололеда выпускаются как нерегулируемые выпрямительные блоки, так и регулируемые. В настоящее время плавка током – наиболее распространенный способ борьбы с гололедом на проводах воздушных высоковольтных ЛЭП.

Существует достаточно большое количество схем плавки гололеда, определяемых схемой электрической сети, нагрузкой потребителей, возможностью отключения линий и другими факторами. Плавка льда переменным током применяется только на линиях с напряжением ниже 220 кВ с проводами сечением меньше, чем  $240\text{ мм}^2$ . Схема плавки гололеда переменным током искусственного короткого замыкания показана на рис. 2, где  $I_{\text{пл}}$  – ток плавки;  $R$  – активное сопротивление линии;  $X$  – реактив-

ное сопротивление линии. Воздушная линия одним концом подключается к источнику питания, которым, как правило, служат шины 6–10 кВ подстанций или отдельный трансформатор, провода на другом конце ВЛ замыкаются. Напряжение и мощность источника выбираются таким образом, чтобы обеспечить протекание по проводам ВЛ тока, в 1,5–2 раза превышающего длительно допустимый ток. Такое превышение допустимого длительного тока оправдано кратковременностью процесса плавки (около часа), а также более интенсивным охлаждением провода в зимний период. Допустимые длительные токи приводятся в справочной литературе для температуры воздуха 25 °С [5].

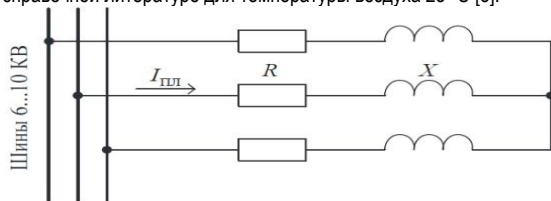


Рис. 2. Принципиальная схема плавки гололеда переменным током

Преимуществом данного способа является снижение энерго- и трудозатрат. Однако к его недостаткам можно отнести необходимость постоянного прогрева проводов для предотвращения гололедообразования и высокую стоимость источников высокочастотного тока необходимой мощности.

В последние годы для борьбы с обледенением стали активно применять физико-химические методы, заключающиеся в нанесении на провода растворов специальных веществ, которые замерзают при температурах значительно более низких, чем вода. Метод предполагает получение покрытий с низкой адгезией к водным средам, снегу и льду. Одним из наиболее перспективных методов снижения адгезии является создание супергидрофобных покрытий. Специалисты Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН разработали и испытали супергидрофобные покрытия, которые помешают проводам обледенеть, а если такое все же произойдет, ото льда будет несложно избавиться. Ими был разработан способ получения супергидрофобных покрытий, предназначенных для защиты алюминиевых проводов от обледенения. Покрытие на основе нановолокон оксида алюминия выдерживает до 100 циклов заморозки/разморозки без существенной деградации текстуры и супергидрофобного состояния. Испытания супергидрофобных покрытий в потоке водного аэрозоля проводились при температуре –5 °С и скорости ветра 10 м/с (рис. 3). Спустя минуту на алюминиевом образце без покрытия уже появляется слой льда, а на алюминиевом образце с супергидрофобным покрытием – отсутствует [6].

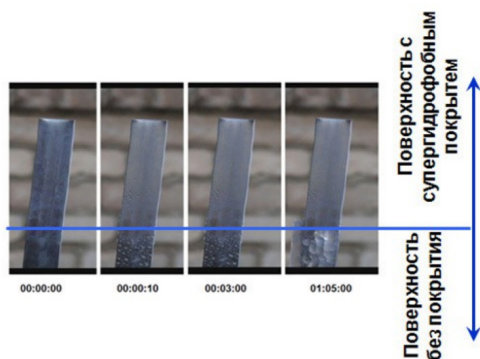


Рис. 3. Испытание супергидрофобного покрытия

Полученный результат позволяет говорить о новом физико-химическом подходе в борьбе с обледенением проводов ЛЭП, эффективность которого существенно превышает возможности традиционных методов.

Компания Hydro-Québec разработала устройство DAC (De-icer Actuated by Cartridge) для удаления льда ударными волнами [7]. Это портативная цилиндро-поршневая система, активирующаяся при стрельбе пустыми патронами, ударяющая по проводу с высокой скоростью. Сначала при помощи специального метателя на провод ЛЭП забрасывается снаряд, к которому прикреплен трос, затем по тросу к проводу подтягивается DAC. Управление устройством осуществляется с земли (рис. 4). Для работы такого устройства требуется отключение ЛЭП и выезд бригады.



Рис. 4. Устройство DAC, размещенное на проводе ЛЭП

Известно устройство, вызывающее удар по проводу за счет деформации пьезоэлемента [8]. Недостатком разработки является низкая эффективность из-за малой амплитуды механического воздействия пьезоэлемента. Электромеханические способы удаления льда с проводов линий электропередач образуют класс новых способов и устройств борьбы с гололедом на ЛЭП. Удаление гололеда предлагается производить не с помощью термического воздействия от протекающего по проводам тока, а с помощью электромеханического воздействия на лед [5]. Принцип работы устройств заключается в пропускании импульсов тока определенной частоты и формы по проводам. При протекании тока по проводам возникает сила Ампера, под действием которой происходят механические колебания, которые предупреждают образование обледенения и разрушают корку льда. Исполнительный механизм устройства представляет собой индуктор и прижатый к нему боек, прикрепленный к проводу (рис. 5). При разряде конденсатора через индуктор в нем возникает импульсное магнитное поле, которое индуцирует в боеке вихревые токи. Эти вихревые токи в сочетании с магнитным полем катушки создают кратковременное отталкивающее усилие. Это приводит к созданию резкого изгиба в проводе, который распространяется по ЛЭП, как волна, заставляя лед откалываться от провода в области от 3 до 5 м вокруг исполнительного механизма. Столь маленький радиус распространения воздействия, вероятно, связан с особенностями крепления исполнительного устройства к проводу. Однако отмечена высокая энергоэффективность устройства: мощность в импульсе в тысячи раз больше потребляемой средней мощности системы. В результате, так как применяется не термическое, а механическое воздействие, прогнозируется существенное снижение времени и энергии, требуемых на очистку.

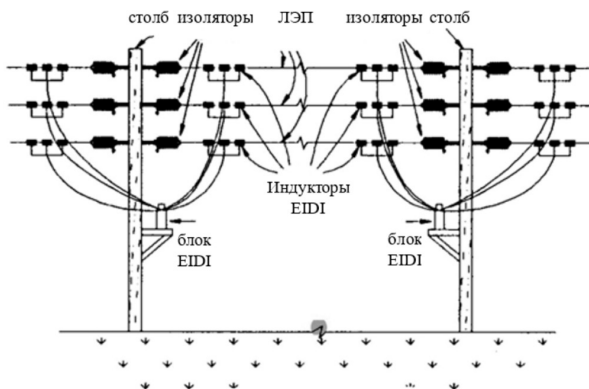


Рис. 5. Установка экспериментальной установки электроимпульсного антиобледенения на ЛЭП

Таким образом, борьба с обледенением проводов линий электропередач остается одной из главных проблем для многих регионов Российской Федерации. Каждый из применяемых в настоящее время способов борьбы с гололедом обладает определенными недостатками. Учитывая состояние электросетевого хозяйства России и климатические изменения в стране за последние двадцать лет, необходимо разрабатывать дополнительные мероприятия по повышению надежности электроснабжения на стадии проектирования электрических и контактных сетей, а также замены проводов электрических сетей на современные энергоэффективные провода с повышенной надежностью и стойкостью к снегоналипанию.

#### Список источников

1. Добрусин Л. А. Повышение энергоэффективности электросетевого комплекса России // Энергосбережение. 2013. № 7. С. 54–61.
2. Никитина И. Э., Абдрахманов Н. Х., Никитина С. А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи // Нефтегазовое дело. 2015. № 3. С. 794–823.
3. Сухоруков С. И. Автоматизированная система удаления льда с проводов ЛЭП: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.2003. Комсомольск-на-Амуре, 2016. 220 с.
4. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах: учеб. пособие / И. И. Левченко, А. С. Засыпкин, А. А. Аллилуев, Е. И. Сацук. М.: МЭИ, 2007. 494 с.
5. Сладкова Л. А., Неклюдов А. Н., Кузнецов А. Н. Анализ способов борьбы с ледообразованием // Мир транспорта. 2019. № 1 (17). С. 180–191.
6. Обоснование возможности предупреждения гололеда на проводах и тросах воздушных линиях электропередач / Ю. В. Демин, Б. В. Палагушкин, С. Н. Реутов и др. // Материалы Всероссийского с международным участием научно-практического семинара «Актуальные проблемы автоматизации энергосбережения в ТЭК России»: сб. научн. тр. Нижневарт. гос. ун-т, 2018. С. 97–101.
7. Development of a portable de-icing device for overhead ground wires / A. Leblond, B. Lamarche, D. Bouchard et al. // Proceedings of the 11th Int. workshop on atmospheric icing of structures (IWAIS XI). Montréal. 2005. P. 399–404.
8. Пат. РФ № 2067345. Устройство для удаления инородных тел с токоведущих элементов / В. Д. Карминский, А. С. Бочев, Е. С. Филь и др., 1996.

УДК 624.144.2

**С. Д. Подвязкин**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Г. В. Гетманова**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

**ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ПРОБЛЕМЫ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛЭП В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Обледенение линий электропередач (ЛЭП) является одной из главных проблем, с которой сталкиваются предприятия энергетики и потребители в условиях Крайнего Севера, так как здесь климатические условия сильно отличаются от других регионов России. В данной статье будет проведена оценка значимости проблемы образования льда на линиях электропередач, как для предприятий энергетики, так и для потребителей. Будут рассмотрены причины образования льда на проводах и контактных сетях, а также оценен ущерб, который возникает из-за обрывов проводов, поврежденных опор и перерывов в электроснабжении потребителей. Также будут выявлены факторы, которые увеличивают ущерб от образования льда на проводах в России.

Даже самые теплые регионы Российской Федерации в холодное время года страдают от обледенения не только дорожного покрытия, но и воздушных линий. Часто происходят сильные морозы, а также снегопады, которые могут привести к образованию льда на проводах и опорах ЛЭП. Это может привести к обрывам проводов, а также к повреждению опор и других элементов линии. Экономика страны ежегодно несет огромные убытки, связанные с перебоями в поставке электроэнергии конечному потребителю. Основными характеристиками таких аварий являются:

1) катастрофичность последствий. Недопоставка электроэнергии потребителям на 70–80 % определяется именно данным типом аварий. В условиях низких температур отключение целых районов может привести к чрезвычайным ситуациям;

2) длительность устранения. Среднее время ликвидации гололедных аварий превышает время ликвидации аварий, вызванных другими причинами, в 10 и более раз;

3) сложность выявления аварийных участков и их труднодоступность. Аварийные участки зачастую расположены около рек или болот. В непогоду до них сложно добраться, особенно при отсутствии дорог. На таких участках, в большинстве своем, нет датчиков, которые бы сигнализировали об обледенении.

Опоры ЛЭП спроектированы таким образом, чтобы выдерживать галоупирование, но если линия электропередачи касается или достаточно близко подходит к заземленной части, например, к стальной опоре, то это может привести к короткому замыканию. Это может привести к срабатыванию защитных реле и разрыву цепи по сигналу о коротком замыкании. Галоупирование происходит, когда ледяной дождь налипают на опору ЛЭП и провода, что может привести к образованию ледяных наростов. Сильный ветер, дующий на эти сосульки и провода, также может вызвать прыжки линий электропередачи, и чем сильнее ветер, тем сильнее будет галоупирование. Например, лед толщиной шесть миллиметров при постоянном ветре 30 км/ч, дующем перпендикулярно линии электропередачи, является идеальным условием для возникновения галоупирующего движения. В распределительной сети 11 кВ обледенение также влияет на электроснабжение. Поскольку в сетях электропередачи низкого напряжения в основном используются деревянные столбы с изоляторами, удерживающими провода, со временем трещины, образующиеся в проводах, приводят к возгоранию столбов. Некоторые другие факторы, включающие грязь и пыль, влажность воздуха, густой туман, дождь и мокрый снег, также могут вызвать короткое замыкание. На показаны повреждения столбов в результате возгорания столбов (рис. 1а) и галоупирования (рис. 1б) [1], [2].

Другой опасностью, вызванной обледенением линий электропередачи, является накопление снега на опорах и изоляторах. Изоляторы определяются их нагрузочной способностью и должны выдерживать определенные электрические напряжения и меньшую вероятность вспыхивших отказов.

Они также должны выдерживать кратковременные перенапряжения, которые могут возникать при переключениях или освещении. на рис. 2 показан изолятор, покрытый льдом [3].



а

б

Рис. 1. Повреждение столба: а – из-за возгорания; б – из-за галоупирования

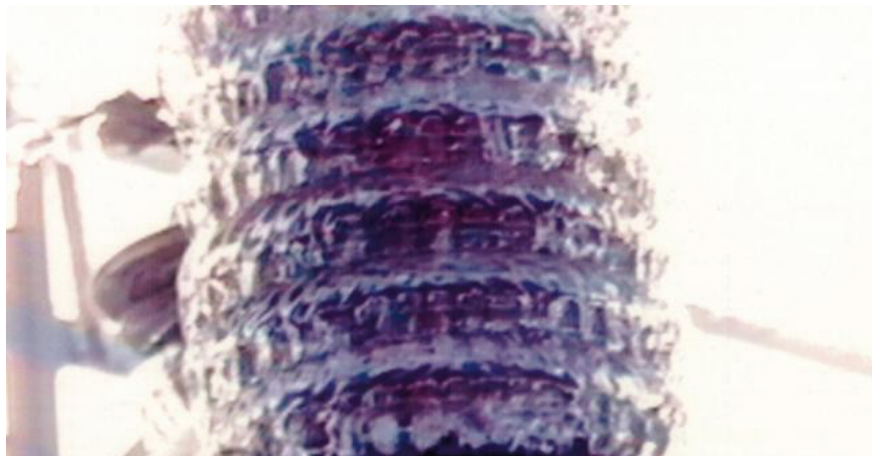


Рис. 2. Покрытый льдом изолятор опоры ЛЭП

Практически обледенение линий электропередачи может влиять на сеть двумя способами. Во-первых, скопления льда на изоляторах снижают их электрическую прочность и, таким образом, приводят к обледенению. Во-вторых, он уменьшает воздушный зазор. Например, сильное обледенение проводников и проводов заземления уменьшает воздушный зазор между ними, что сопровождается скачками снега, когда лед начинает таять на проводнике, и может привести к вспышкам. Обледенение может также привести к обрыву проводника и опрокидыванию вышек.

За последние двадцать лет произошли значительные изменения в динамике и географии образования гололеда на высоковольтных линиях передачи электроэнергии. Одним из возможных физических механизмов образования гололеда является соприкосновение двух масс воздуха – холодного и теплого повышенной влажности. В условиях относительно мягкой зимы при резком перепаде значений температуры окружающего воздуха от положительной к отрицательной на проводах оседают капли воды и начинается лавинообразный процесс образования толстой ледяной корки, достигающей толщины в несколько десятков миллиметров и многократно утяжеляющей провода. При этом толщина плотного гололеда на проводах может достигать 50,70 мм, существенно утяжеляя провода. на рис. 3 графически представлен в разрезе провод, покрытый изморозевым отложением.



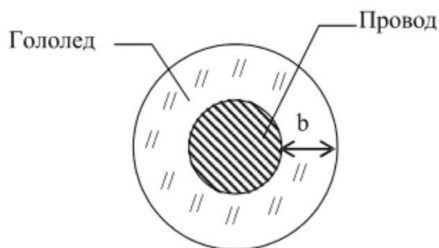


Рис. 3. Идеализированное представление гололеда на проводах

Вес гололедно-изморозевых отложений в отдельных случаях может достигать более 4 кг на погонный метр провода [3]. Допустимая толщина стенки гололеда для линий с различным номинальным напряжением зависит от климатического района. В ПУЭ приводятся нормативные значения стенки гололеда для различных климатических районов и карты районирования территории России по толщине стенки гололеда. При значительных гололедных отложениях возможны обрывы проводов, тросов, разрушения арматуры, изоляторов и даже опор воздушных линий (рис. 4).



Рис. 4. Последствия гололеда для линий электропередач

Гололед может откладываться по фазным проводам достаточно неравномерно. Стрелы провеса проводов с гололедом и без гололеда могут отличаться на несколько метров. Неравномерность отложения льда на фазных проводах, приводящая к различным значениям стрел провеса, а также неодновременный сброс гололеда при его таянии, вызывающий «подскок» отдельных проводов, могут привести к перекрытию воздушной изоляции. Гололед является одной из причин «пляски» проводов, способной привести к их схлестыванию [4].

Толщина гололеда на них может достигать 50...70 мм, существенно утяжеляя провода. Расчеты показывают, что, например, провод марки АС-185/43 диаметром 19,6 мм километровой длины имеет массу 846 кг; при толщине гололеда 20 мм она увеличивается в 3,7 раза, при толщине 40 мм – в 9 раз, при толщине 60 мм – в 17 раз. При этом общая масса линии электропередачи из восьми проводов километровой длины возрастает соответственно до 25, 60 и 115 тонн, что приводит к обрыву проводов и поломке металлических опор. Наличие гололеда обуславливает дополнительные механические нагрузки на все элементы воздушных линий. В результате значительного увеличения массы проводов

и воздействующих на них динамических и статических нагрузок происходят опасные и нежелательные явления, особенно при сильном ветре. К их числу относятся обрыв токопроводящих проводов и грозозащитных тросов под тяжестью снега и льда, недопустимо близкое сближение проводов и их сильное раскачивание (так называемая пляска), ухудшение защитных свойств изоляторов, разрушение опор [4]. В табл. 1 приведены данные по нормативной толщине стенки гололедно-изморозевых отложений на проводах.

Таблица 1

**Нормативная толщина стенки гололеда (мм) для высоты 10 м над поверхностью земли**

Климатический район по толщине стенки гололеда	Нормальное напряжение линии		
	до 3	6–330	500, 750
I	5	5	На основе данных наблюдений, но не менее 10
II	5	10	
III	10	15	
IV	15	20	
Особый	20 и более с уточнением по данным наблюдений	22 и более с уточнением по данным наблюдений	

Подобные аварии приносят значительный экономический ущерб, на их устранение уходит от нескольких дней и более, затрачиваются при этом огромные средства. Среднее время ликвидации гололедных аварий во много раз превышает среднее время ликвидации аварий, вызванных другими причинами. Борьба с обледенением проводов линий электропередачи является серьезной проблемой, актуальной для многих стран, имеющих регионы с высокой влажностью и низкими температурами. Серьезной проблемой в работе городского и железнодорожного электрифицированного транспорта является обледенение контактных проводов, в результате чего появляется искрение, заметно ухудшается рабочая поверхность полозов токоприемников, происходят пережоги и обрывы контактных проводов, нарушается транспортное сообщение, порой, на длительное время. При этом значительная часть повреждений контактной сети происходит в момент прохождения токоприемника [5].

По данным МЧС всего за двое суток в конце декабря 2010 года в Москве произошло 835 обрывов ЛЭП по причине образования ледяной корки и налипания на них мокрого снега. По информации Московской объединенной электросетевой компании без электричества тогда оставалось примерно 100 тыс. человек. Было отключено около 68 линий электропередачи 110 кВ, а также четыре линии 220 кВ. На территории Московской области в результате было отключено более 550 электроподстанций, обесточено 789 населенных пунктов. В 18 районах и 4 городах Московской области пришлось вводить режим чрезвычайной ситуации из-за нарушения подачи электроэнергии, а по всему Центральному Федеральному округу без электричества оставались 412 тысяч жителей. Известны факты крупных аварий зимой 2009–2010 годов ЛЭП в Автономной республике Крым (АРК). По данным Министерства регионального развития и ЖКХ АРК только в первые три дня гололедно-ветрового шторма из-за многочисленных аварий на ЛЭП оказались отключенными от электроэнергии 52 населенных пункта автономии [7].

По материалам фирмы «ОГРЭС», крупные аварии по причине гололеда за период с 1971 по 2001 год многократно происходили в 44 энергосистемах России. Только одна авария из-за гололедно-ветровых воздействий в Сочинских электрических сетях ОАО «Кубаньэнерго» в декабре 2001 года привела к повреждению 2,5 тыс. км воздушных линий напряжением 0,4..220 кВ, прекращению подачи электроэнергии в коммунально-бытовой сектор с населением 320 тыс. человек, длительному ограничению электроснабжения огромного района [7]. В 2008 году убытки от разрушения десяти километров ЛЭП на о. Сахалин составили свыше 200 млн руб. В декабре 2010 года большой ущерб от «ледяного дождя» был причинен энергосистемам Центральной России и Поволжья. Только в Московской области

без электроснабжения в 24 районах осталось 455 населенных пунктов с населением до 200 тыс. человек. Под отключение попали до 150 социально значимых объектов, 14 больниц. В Московской области обесточены 86 линий электропередач и 27 электроподстанций. Часть населенных пунктов оставалась без электроэнергии больше недели. В декабре 2014 года по Татарстану, как и по некоторым другим регионам России, прошли ледяные дожди. В результате обледенения и обрывов проводов электропередачи были обесточены 72 населенных пункта республики. В соответствии с информацией ОАО «Сетевая компания» г. Казани по гололедообразованию осенне-зимний период 2010–2011 годов на территории Республики Татарстан проходил в сложных погодных условиях. В период с 05.12.2010 по 12.12.2010 на территории 14 муниципальных районов в результате образования массивной наледи на открытых частях электроустановок произошло массовое отключение воздушных линий электропередач с повреждением опор, разрывом проводов и грозозащитных тросов. Самое большое количество отключения потребителей произошло в Спасском, Алькеевском, Алексеевском, Нурлатском, Аксубаевском, Чистопольском и Новшешминском административных районах. Гололедные отложения местами достигали до 70...80 мм. Общее количество отключенных линий 6–10 кВ в этих районах составило более 60 процентов. Численность населения, оставшегося без электроэнергии, составила 250 тыс. чел. В ходе выполнения аварийно-восстановительных работ по ликвидации последствий массового отключения восстановлена работа более 500 км линий электропередачи 6–10 кВ, установлено 3142 штук опор 6–10 кВ, 1080 штук опор 0,4 кВ, вновь смонтировано 378 км провода ВЛ 6–10 кВ и 265 км по ВЛ 0,4 кВ, из них нового провода 221 км, устранено 3520 порывов на ВЛ 0,4–10 кВ [7].

Таким образом, борьба с обледенением проводов линий электропередач требует затрат дополнительных ресурсов электросетевых компаний во многих регионах Российской Федерации. Обрывы проводов и перерывы в электроснабжении могут привести к серьезным последствиям для промышленности и населения, особенно в условиях сурового климата. Разработка эффективных, экономичных, безопасных и, что немаловажно, автономных устройств и методов, направленных на недопущение обледенений, а также удаление гололедных отложений, остается актуальной задачей и по сей день.

#### Список источников

1. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах / И. И. Левченко, А. С. Засыпкин, А. А. Аллилуев и др. М.: МЭИ, 2019. 448 с.
2. Кузнецов П. А., Аверьянов С. В., Угаров Г. Г. Анализ динамических воздействий гололедно-ветровых нагрузок на элементы промежуточной опоры ВЛ–110 кВ // Проблемы электроэнергетики. Саратов, 2020. С. 36–40.
3. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий в электрических сетях энергосистем / А. Ф. Дьяков, А. С. Засыпкин, И. И. Левченко и др. Пятигорск: Южэнерготехнадзор, 2000.
4. Левченко И. И. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах. М.: МЭИ, 2017. 494 с.
5. Санакулов А. Х., Сафин А. Н. Совершенствование работы токоприемников подвижного состава с контактной сетью // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник. Набережные Челны: ИНЭКА. 2020. Вып. № 2 (16). С. 61–67.
6. Никитина И. Э., Абдрахманов Н. Х., Никитина С. А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи // Нефтегазовое дело. 2019. № 3. С. 794–823.
7. Васильев Ю. А., Гребнев С. А. Предотвращение и ликвидация гололедных образований в распределительных сетях ОАО «Сетевая компания». Казань, 2018. 76 с.

УДК 004.2

**О. О. Полянецкая**

студентка кафедры прикладной математики

**С. В. Удахина**

кандидат экономических наук, доцент – научный руководитель

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

### Введение

Прогнозирование продаж – важнейшая задача для предприятий, поскольку оно помогает обосновать принятие решений и распределение ресурсов. В последние годы растет интерес к использованию имитационных моделей, таких как агентное моделирование (АВМ), для повышения точности и гибкости прогнозирования продаж. В данной статье будет представлен обзор АВМ и его применения в прогнозировании продаж, выделены его основные преимущества и ограничения. Результаты данного исследования позволят понять потенциал АВМ, как инструмента для повышения точности и гибкости прогнозирования продаж.

### Материалы и методы

Цель прогнозирования продаж – оценить будущие продажи компании или продукта. Прогнозирование продаж помогает предприятиям принимать обоснованные решения, предоставляя информацию о потенциальном будущем спросе на их продукцию или услуги. Эта информация может быть использована для принятия решений о производстве, подборе персонала, маркетинге и других деловых операциях.

Благодаря точным прогнозам продаж компании могут:

- планировать производство и уровень запасов: точное прогнозирование продаж помогает компаниям обеспечить наличие необходимого количества продукции для удовлетворения спроса клиентов;

- принимать обоснованные кадровые решения: прогнозирование продаж может помочь компаниям определить, сколько сотрудников им необходимо для удовлетворения спроса, и принять обоснованные решения о найме и обучении;

- устанавливать бюджеты и финансовые цели: точное прогнозирование продаж может помочь компаниям установить реалистичные бюджеты и финансовые цели на будущее;

- принимать обоснованные маркетинговые решения: прогнозы продаж могут помочь компаниям определить, какие маркетинговые усилия работают, а какие нуждаются в корректировке, что позволит им принимать более обоснованные маркетинговые решения.

В целом, прогнозирование продаж является важнейшим инструментом, позволяющим компаниям планировать и принимать решения с уверенностью, а также быть готовыми к изменениям на рынке и в экономике.

В работе М. А. Х. Базиар, Х. Акбарнежад и М. Заремехерди «Прогнозирование продаж на основе агентов» авторы представляют всесторонний обзор использования агент-ориентированного моделирования для прогнозирования продаж. Они рассматривают ключевые особенности АВМ и лежащие в его основе предположения, а также описывают различные подходы, используемые в существующих исследованиях. Авторы также представляют программу будущих исследований в этой области, выделяя основные проблемы и возможности для улучшения. Проведя критический анализ существующей литературы, авторы дают ценное представление о потенциале и ограничениях АВМ для прогнозирования продаж и подчеркивают необходимость дальнейших исследований в этой области.

Данная статья представляет собой полезный обзор использования АВМ для прогнозирования продаж и является хорошей отправной точкой для тех, кто заинтересован в более глубоком изучении этой области.

В статье Дж. Чен, Х. Лю и К. Ванг «Прогнозирование продаж с использованием агентного моделирования: тематическое исследование в фармацевтической промышленности» авторы представляют

тематическое исследование прогнозирования продаж с использованием агент-ориентированного моделирования в фармацевтической промышленности. Они описывают разработку структуры АВМ, которая учитывает поведение отдельных клиентов, а также влияние внешних факторов, таких как состояние рынка и конкуренция. Авторы представляют результаты своего исследования, которые демонстрируют потенциал АВМ для повышения точности и гибкости прогнозирования продаж. Авторы также обсуждают проблемы и ограничения, связанные с использованием АВМ для прогнозирования продаж, и дают рекомендации для дальнейшей работы в этой области. Для прогнозирования продаж можно выделить несколько моделей имитационного моделирования:

— моделирование методом Монте-Карло: моделирование методом Монте-Карло использует случайную выборку и статистический анализ для моделирования неопределенности, и риска в сценарии прогнозирования продаж. Этот тип моделирования может помочь прогнозировать продажи, генерируя множество возможных сценариев и вычисляя вероятность каждого сценария на основе исторических данных;

— системная динамика: Системная динамика – это имитационная модель, которая использует серию циклов обратной связи и диаграмм запасов и потоков для моделирования взаимодействия между различными переменными и системами. Этот тип моделирования может использоваться для прогнозирования продаж путем моделирования сложных взаимосвязей между поведением потребителей, рыночными условиями и другими факторами, влияющими на продажи;

— моделирование дискретных событий: моделирование дискретных событий моделирует поведение отдельных агентов или объектов в сценарии прогнозирования продаж. Этот тип моделирования может помочь прогнозировать продажи, моделируя взаимодействие между клиентами, торговыми представителями и другими факторами, влияющими на продажи;

— моделирование на основе агентов: моделирование на основе агентов моделирует поведение отдельных агентов или организаций в сценарии прогнозирования продаж. Этот тип моделирования может помочь прогнозировать продажи, моделируя взаимодействие между клиентами, торговыми представителями и другими факторами, влияющими на продажи.

Эти имитационные модели могут обеспечить более гибкий и динамичный подход к прогнозированию продаж, поскольку они могут моделировать сложные и нелинейные взаимосвязи между переменными и могут учитывать множество сценариев и неопределенностей. Тем не менее они также требуют больше вычислительных ресурсов и специальных знаний для эффективного внедрения.

Моделирование на основе агентов (АВМ) может быть особенно полезным подходом для прогнозирования продаж по нескольким причинам:

— подход «снизу вверх»: модели АВМ моделируют поведение отдельных агентов (таких как клиенты) и их взаимодействие друг с другом и окружающей средой. Этот подход «снизу вверх» позволяет получить более подробное и реалистичное представление о факторах, влияющих на продажи;

— гибкость и адаптивность: модели АВМ могут быть легко адаптированы для отражения изменений на рынке или для учета новых данных. Это позволяет организациям принимать более обоснованные решения и быстро реагировать на изменения на рынке;

— учет поведения клиентов: модели АВМ позволяют учитывать индивидуальное поведение и предпочтения клиентов, которые могут быть важными факторами при прогнозировании продаж;

— обработка неопределенности: модели АВМ могут обрабатывать неопределенность и случайность, которые часто встречаются при прогнозировании продаж;

— изучение влияния внешних факторов: модели АВМ могут моделировать влияние внешних факторов, таких как рыночные условия, конкуренция и внешние события, на продажи.

В целом, АВМ – это мощный инструмент для прогнозирования продаж, поскольку он позволяет получить более подробное и реалистичное представление о факторах, влияющих на продажи, и его можно легко адаптировать для отражения изменений на рынке или учета новых данных. Он также может обрабатывать неопределенность и случайность и моделировать влияние внешних факторов, таких как рыночные условия, конкуренция и внешние события, на продажи.

Процесс прогнозирования продаж с использованием агентного моделирования состоит из следующих шагов:

1) определение ключевых факторов: первым шагом в использовании ABM для прогнозирования продаж является определение ключевых факторов, влияющих на продажи. Эти факторы могут включать поведение клиентов, рыночные условия, конкуренцию и внешние события, среди прочего;

2) определение агентов: далее, агенты должны быть определены на основе выявленных ключевых факторов. Например, клиенты могут быть смоделированы как агенты с индивидуальными предпочтениями и поведением;

3) моделирование взаимодействий: следующим шагом является моделирование взаимодействия между агентами и окружающей средой. Это может включать в себя то, как клиенты принимают решения о покупке на основе различных факторов, как они взаимодействуют с конкурентами и как они реагируют на внешние события;

4) тестирование модели: последним шагом является тестирование модели ABM путем ввода данных и сравнения результатов с фактическими данными о продажах. Это позволяет организациям проверять точность модели и вносить любые необходимые коррективы.

## Результаты

Модель прогнозирования продаж на основе агентов предполагает моделирование поведения агентов, участвующих в процессе продаж, таких как потребители, торговые представители или конкуренты. Этим агентам будут присвоены определенные характеристики и поведение, и они будут взаимодействовать друг с другом в моделируемой среде. Затем модель будет использоваться для прогнозирования того, как эти агенты будут реагировать на различные рыночные условия или стратегии продаж, и как эти ответы повлияют на продажи.

Например, модель прогнозирования продаж может имитировать поведение потребителей в ответ на различные маркетинговые компании и предсказывать, как это повлияет на продажи. Модель может также учитывать внешние факторы, такие как экономические условия или активность конкурентов. Моделируя эти взаимодействия и тестируя различные сценарии, модель может предоставить ценную информацию о потенциальном успехе продукта или компании и помочь компаниям принимать более обоснованные решения относительно своих продаж и маркетинговых усилий.

Важно отметить, что создание агентной модели для прогнозирования продаж – сложная и трудоемкая задача, требующая значительных знаний в области ABM и прогнозирования продаж. Кроме того, это также потребует хорошей доступности и качества данных, а также хорошего понимания процесса продаж и рыночных условий.

AnyLogic – это программное обеспечение для моделирования, которое позволяет пользователям создавать модели на основе агентов, дискретных событий и процессов. Это инструмент визуального моделирования, который позволяет пользователям создавать модели, используя интерфейс перетаскивания, а не писать код. Оно поддерживает несколько языков программирования, таких как Java, C # и Groovy [5].

AnyLogic предоставляет широкий спектр функций и инструментов для построения моделей на основе агентов, в том числе:

- библиотеки моделирования на основе агентов, которые позволяют пользователям быстро создавать агентов и определять их поведение;

- визуальный редактор для создания и редактирования взаимодействий с агентами;

- библиотека готовых агентов и компонентов, таких как потребители, розничные торговцы и поставщики;

- возможность импортировать и использовать данные из внешних источников, таких как файлы Excel или CSV;

- поддержка параллельной обработки, которая позволяет пользователям запускать крупномасштабные модели на нескольких ядрах или в кластере;

- широкий выбор вариантов визуализации, включая 2D- и 3D-графику, анимацию и диаграммы.

AnyLogic широко используется в различных отраслях, таких как здравоохранение, транспорт, логистика, производство и многое другое. Он также используется в области образования и исследований.

Прогнозирование продаж в AnyLogic может быть выполнено с использованием агентного моделирования. Процесс обычно включает в себя следующие этапы [4]:

1) определение агентов: в контексте прогнозирования продаж агентами могут быть клиенты, продукты или торговые представители. Необходимо определить агентов, которые имеют отношение к проблеме прогнозирования продаж, и определить их свойства, такие как их предпочтения, покупательские привычки и уровни дохода. Пример кода в программе AnyLogic для определения свойств агентов представлен на рис. 1;

```
// Properties of the customer
public String name;
public int age;
public int income;
public String buyingHabits;

// Properties of the product
public String productName;
public double price;
public int stock;
```

Рис. 1. Определение свойств агентов

2) определение поведения агентов: необходимо определить, как агенты будут вести себя в ответ на различные события или условия, такие как изменения в экономике, маркетинговые компании или действия других агентов. Пример кода в программе AnyLogic для определения поведения агентов представлен на рис. 2;

```
// Behaviors of the customer
void purchase(Product product) {
    if (income > product.price && stock > 0) {
        stock--;
    }
}

// Behaviors of the product
void updateStockLevel(int newStock) {
    stock = newStock;
}
```

Рис. 2. Определение поведения агентов

3) определение взаимодействия: на данном шаге необходимо определить взаимодействия между агентами, например, как клиенты взаимодействуют с продуктами или торговыми представителями, и как эти взаимодействия влияют на поведение агентов. Пример кода в программе AnyLogic для определения взаимодействий между агентами представлен на рис. 3;

4) создание совокупности: необходимо создать совокупность агентов и инициализировать их свойства. Пример кода в программе AnyLogic для создания совокупности агентов представлен на рис. 4;

5) запуск симуляции: необходимо запустить симуляцию и понаблюдать за поведением агентов с течением времени, используя данные, полученные в результате моделирования, можно предположить будущие продажи;

```
// Interactions between customer and product
void customer_purchase_product() {
    customer.purchase(product);
    product.updateStockLevel(product.stock);
}
```

Рис. 3. Определение взаимодействий между агентами

```
//Population of customer
Population<Customer> customers =
```

Рис. 4. Создание совокупности агентов

6) проверка модели: сравнение результатов моделирования с реальными данными, чтобы подтвердить точность модели;

7) использование модели для прогнозирования: после проверки модели можно использовать ее для прогнозирования будущих продаж, запустив моделирование с использованием различных сценариев или условий.

### Обсуждения

Агентное моделирование – это мощный инструмент прогнозирования продаж, который позволяет организациям принимать более обоснованные решения и быстро реагировать на изменения на рынке. Модели АВМ моделируют поведение отдельных агентов и их взаимодействие друг с другом и с окружающей средой, обеспечивая более подробное и реалистичное представление факторов, влияющих на продажи. Принимая во внимание индивидуальное поведение клиентов и влияние внешних факторов, АВМ позволяет организациям лучше понимать движущие силы продаж и делать более точные прогнозы.

Основываясь на полученных ранее данных можно прийти к выводу, что преимуществами агентно-ориентированного моделирования являются:

1) гибкость: агентные модели могут быть адаптированы для моделирования широкого спектра сложных систем и процессов, включая прогнозирование продаж;

2) подход «снизу вверх»: агентное моделирование позволяет создавать модели, которые строятся снизу вверх, начиная с отдельных агентов и их взаимодействий, а не сверху вниз, опираясь на агрегированные данные;

3) представление неоднородности: агентное моделирование позволяет представить неоднородность внутри системы, включая различия в индивидуальном поведении и процессах принятия решений;

4) динамические системы: агентные модели могут имитировать динамические системы, которые развиваются во времени, что делает их полезными для прогнозирования будущих сценариев.

К недостаткам агент-ориентированного моделирования можно отнести:

1) вычислительная сложность: агентные модели могут быть вычислительно сложными и требуют значительных вычислительных ресурсов для запуска, особенно для больших моделей;

2) калибровка модели: агентные модели могут быть сложными для калибровки, так как они требуют большого количества данных для создания точного представления моделируемой системы;

3) валидация модели: проверка точности агент-ориентированной модели может быть затруднена, поскольку часто бывает сложно найти соответствующие данные, с которыми можно сравнить результаты модели;



4) интерпретация модели: интерпретация результатов агент-ориентированной модели также может быть сложной задачей, поскольку она требует глубокого понимания основополагающих предположений и взаимосвязей модели.

#### Список источников

1. *Liu C., Wang Q.* Sales Forecasting using Agent-Based Modeling: A Case Study in the Pharmaceutical Industry // *Expert Systems with Applications*. 2016. Vol. 43. N 8.
2. *Baziar M., Akbarnejad H., Zaremehri M.* Agent-Based Sales Forecasting: A Review and Research Agenda // *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. 2016. Vol. 19. N 1.
3. Конструктивный подход к экономической теории // *Справочник по вычислительной экономике*, 2006. С. 1031–1064.
4. *Акопов А. С.* Имитационное моделирование: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2023. 389 с.
5. *Боев В. Д.* Моделирование в среде AnyLogic: учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2023. 298 с.

УДК 5859

**Е. В. Помазан**студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий  
и промышленной безопасности**О. В. Чупринова**

ассистент – научный руководитель

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

### Введение

На сегодняшний день качество и безотказность работы любого оборудования стоит в приоритете производства. Для обеспечения этих показателей необходим тщательный периодический контроль не только средств измерений, но и некоторых не попадающих под это определение отдельных компонентов. Так, например, во многих отраслях машиностроения применяются различного рода реле, однако проведение испытаний регламентируется только для реле максимального тока и реле давления плунжерного типа. При таком устройстве, в реле с одной стороны на плунжер, находящийся в корпусе, действует давление жидкости, а с другой стороны поджата пружина. На плунжере установлен толкатель, воздействующий на электромеханический конечный выключатель, и замыкает контакт. Такой тип реле раньше было самым распространенным из-за простоты устройства, носогоня является неактуальным, так как все чаще применяются электронные реле с другим типом устройства. Электронное реле давления измеряет точное давление посредством сенсора и электронного блока, который обеспечивает срабатывания реле. Электронное реле позволяет программировать логику работы и пороги срабатывания, может иметь аналоговый выходной сигнал и совмещать в себе функции реле и датчика давления.

Кроме простейших пружинных реле существует другой тип – реле перепада давления. Их отличие в наличии двух входных портов. Когда давление на обоих портах одинаково, реле находится в нейтральном положении. При увеличении или уменьшении давления в каком-то из портов, реле замыкается в сторону низкого давления. Существует несколько типов реле перепада давления:

- 1) *мембранные*. Для реле такого типа используется сварная металлическая герметичная диафрагма, которая воздействует непосредственно на сам переключатель;
- 2) *переключатель с трубкой Бурдона*. Для приведения в действие таких реле используется трубка Бурдона. Используются для устройств с низкой скоростью цикла, и давлением до 124 МПа;
- 3) *мембранные поршневые*. В отличие от обычных мембранных, в них используется эластомерная диафрагма, соединенная с поршнем, который приводит в действие переключатель;
- 4) *поршневые*. Реле давления с уплотнительным кольцом, который непосредственно воздействует на переключатель.

Электронные реле давления, как правило, содержат в устройстве тензодатчик и симисторы для имитации механических контактов. Современные реле имеют программируемые точки переключения, возможность регулировать гистерезис и аналоговые или цифровые выходы. Все это позволяет легко интегрировать их с программируемым логическим контроллером. Электронные реле могут выводить аналоговые сигналы в диапазоне от 4 до 20 мА и цифровые сигналы, что позволяет отслеживать не только пороговые значения давления, но и значения системы в целом.

Рассмотрим подробнее разницу в устройстве механического реле плунжерного типа и электронного реле. Как правило, механические реле состоят из трех функциональных элементов:

- 1) *воспринимающий*. Представлен преобразователем входного сигнала. Например, в электрическом контактом реле, электрический ток преобразуется в механическое усилие;
- 2) *промежуточный*. Сравнивает значение преобразованного и заданного значения. Для механических реле самый распространенный промежуточный элемент – пружина.
- 3) *исполнительный*. Формирует выходной сигнал. Для механического реле, чаще всего выполнен в виде подвижной системы, замыкающей и размыкающей электрическую цепь.

У электронного реле в свою очередь в качестве промежуточного элемента в устройстве могут быть полупроводниковые элементы: транзисторы или тиристоры или магнитный усилитель с положительной обратной связью. Выделим основные характеристики для электронных реле:

- 1) тип носителя (не все датчики совместимы со всеми видами газов или жидкостей);
- 2) диапазоны работы;
- 3) температурная стабильность;
- 4) точность (определяется его воспроизводимостью; возможность его многократного переключения при одном и том же пороге имеет решающее значение для реле давления);
- 5) гистерезис (разница между уставкой и точкой сброса. Этот параметр играет важную роль для показателя отклика и реакции переключателя);
- 6) физическая конструкция (электронные реле используются там, где требуется точно управление, программируемость и возможность регулировки заданных значений).

Именно разница в типах устройств электронного, механических реле перепада давления и реле плунжерного типа не позволяет использовать существующую методику проведения испытаний.

Основная причина отсутствия общей нормативной документации, методов и методик испытаний для реле разного типа – реле не относится к средствам измерения. Это верно для старого типа устройства, электронные реле содержат в себе более сложную конструкцию и могут подлежать проведению испытаний.

Механическое реле не производит измерений, а сравнения усилий затяжки пружины с усилием, создаваемым давлением, на которые реагирует замыканием или размыканием контактов. Это происходит при выходе давления из зафиксированного диапазона регулировки чувствительного элемента. Диапазон устанавливается с помощью пружинного механизма, в котором пружина является задатчиком давления, зависящего от усилия затяжки и регулируемого винтом. Гистерезис также регулируется пружиной. Данные особенности конструкции механического реле позволяют сделать вывод о том, что описываемое устройство не имеет основных метрологических характеристик (МХ). Одними из главных метрологических характеристик являются диапазон измерений и различные погрешности присущие средствам измерений.

Тензорезисторный датчик в конструкции электронного реле давления позволяет воспроизводить единицу физической величины, в отличие от чувствительного элемента в механическом реле. Также в электронных реле уставка и пороги срабатывания задаются с помощью программирования логики работы. Данные характеристики электронных реле вызывают необходимость создания методики испытаний.

Несмотря на отсутствие методик испытания, у реле давления очень широкая область применения. Проведя анализ существующих патентов реле давления в базе ФИПС и их области применения, можно выделить следующие отрасли, в которых они используются.

1. Энергетика;
2. Водоснабжение;
3. Газовая промышленность;
4. Нефтяная промышленность;
5. Железнодорожный транспорт;
6. Контрольно-измерительные средства;
7. Машиностроение;
8. Медицинское оборудование;
9. Металлургия;
10. Пожарная безопасность;
11. Сервисное оборудование;
12. Теплоснабжение;
13. Химическая промышленность;
14. Холодильная техника.

Следует отметить, что такие области как медицина, нефтяная и газовая промышленность требуют высокого уровня точности и надежности в работе оборудования. Именно поэтому современном

медицинском оборудовании сейчас используются в основном реле электронного или мембранного типа. Для написания методики проведения испытаний рассмотрим следующую нормативную базу.

Согласно ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции» методика испытаний – организационно-методический документ, обязательный к выполнению, включающий метод испытаний, средства и условия испытаний, отбор проб, алгоритмы выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта, формы представления данных и оценивания точности, достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды [1].

Сегодня единственный действующий ГОСТ 26005-83 «Реле давления до 32 МПа (320 кгс/см)», регламентирующий методику испытаний распространяется только на реле давления плунжерного типа, предназначенные для контроля давления рабочей среды в гидравлических системах станков и других машин с давлением до 32 МПа (320 кгс/см) и изготавливаемые для нужд народного хозяйства и экспорта [2].

Выделим основные характеристики реле давления, которые подлежат проверке. Анализ ФГИС «Аршин» позволил выделить основные метрологические характеристики аналоговичных по принципу и назначению реле, индикаторов, сигнализаторов и детекторов, среди 296 средств измерения. В сигнализаторах загазованности, детекторах и реле также было указано время срабатывания как метрологическая характеристика. В отдельных случаях сигнализаторов давления было указано время отклика; у некоторых детекторов – время установления показаний. Кроме этого, необходимо учитывать диапазон измерений прибора.

#### Методика испытаний электронного реле давления

1. Визуальным осмотром и с использованием измерительных устройств проверяется качество сборки, материалов, а также соответствие деталей чертежам.

2. Испытательный стенд должен включаться в себя:

— резервуар объемом 20 л;

— манометр классом точности не менее 0,5.

3. Режим испытаний:

— испытания первичного цилиндра проводятся при давлениях  $0,1 \pm 0,05$  Мпа;

— разница давлений первичного и вторичного цилиндров до 0,3 Мпа;

— автоматическое поддержание установившегося давления во вторичном цилиндре при 0,25–0,30 Мпа;

— герметичность атмосферного клапана при установившемся давлении вторичного цилиндра 0,25–0,30 Мпа;

— разница во времени выпуска воздуха первичного и вторичного цилиндров проверяется после полного торможения электровоздухораспределителем при величине давления в цилиндрах 0,48 Мпа;

— герметичность манжеты и питательного клапана проверяется при отпущенном положении реле.

4. Реле давление устанавливается на стенд. Проверяется разница установившихся давлений первичного и вторичного цилиндра.

5. Реле устанавливается в рабочее положение, выставляются контрольные значения давления, при которых прибор должен сработать, а также гистерезис (зону нечувствительности). Величины давления определяются в момент срабатывания реле. Скорость изменения давления перед точкой срабатывания обязана соответствовать значению, установленному в технических условиях (ТУ) на прибор. Гистерезис определяется как наибольшая разница фактических давлений в момент срабатывания и возвращения реле в нормально замкнутое или разомкнутое состояние [1].

6. Входное и выходное сопротивления проверяются при помощи омметра класса точности 0,2 согласно ГОСТ [8]. Нарботка на отказ и ресурс проверяются при циклическом нагружении номинальным давлением (частотой не более 3 Гц).

7. Испытание сопротивления изоляции электрических цепей реле проводится с использованием мегаомметров или автоматических средств измерения сопротивления, чья погрешность не выходит

за пределы  $\pm 2\%$ . Сопротивление изоляции измеряется постоянным напряжением до 100 В. Прибор выдерживается в камере влажности в течение указанного для него времени в выключенном состоянии, а затем извлекается. Измерение сопротивления изоляции проводится между корпусом и любым выводом электрической схемы устройства не раньше, чем через 2 ч после извлечения из камеры и выдержки при нормальных условиях [9].

8. Утечки масла измеряются с помощью секундомера и мерного цилиндра на 2-й минуте после установления максимального давления в системе. Герметичность прибора испытывают при пробном давлении  $1,5 p_{ном}$  в течение 30 с.

При проведении испытаний все результаты должны быть сохранены в памяти ПЭВМ и в учетной книге, установленной формы. Необходимые для записи данные:

- дата и время;
- номер реле и заводские характеристики;
- результаты всех измеренных значений с допустимыми погрешностями;
- данные об операторе, проводящем измерения и подпись.

### Выводы

Усовершенствование систем релейной защиты практически выводит их на один уровень устройства с датчиками, в связи с чем возникает необходимость проведения периодических испытаний. Однако на сегодняшний день нет аттестованных методик для устройств такого типа, что вынуждает предприятия проводить собственные испытания на неаккредитованных стендах и в нестандартных условиях. При выборе режимов, условий и видов испытаний опираться можно только на ГОСТы для проведения испытаний механических типов реле, а также наиболее близкие по устройству датчики.

### Список источников

1. ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции»: дата введения 01.01.1982. М.: Стандартинформ, 2011. 24 с.
2. ГОСТ 26005-83 «РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ до 32 МПа (320 кгс/см<sup>2</sup>)»: дата введения 1986-01-01. М.: стандарты, 1983. 11 с.
3. *Гуревич В. И.* Проблема метрологического обеспечения релейной защиты // Релейщик. 2014. № 1. С. 56–58.
4. ГОСТ IEC 60050-444-2014 «Элементарные реле»: дата введения 01.10.2015. М.: Стандартинформ, 2020. 23 с.
5. ГОСТ Р 51983-2002 «Устройства многофункциональные регулирующие для газовых аппаратов»: дата введения 01.01.2004. М.: Госстандарт России, 2003. 39 с.
6. РД 45.013-98 «Руководство по отнесению средств измерений и контроля к категории индикаторов»: дата введения 01.01.1999. М.: Государственный комитет Российской Федерации по связи и информатизации, 1998. 5 с.
7. РМГ 29-2013 «Основные термины и определения»: дата введения 01.01.2015. М.: Стандартинформ, 2014. 60 с.
8. ГОСТ 23706-93 «Межгосударственный стандарт приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним». Ч. 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости: дата введения 01.01.1996. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. 14 с.
9. ГОСТ 28836-90 «Датчики силоизмерительные тензорезисторные. Общие технические требования и методы испытаний»: дата введения 01.01.1993. М.: Изд-во стандартов, 2004. 11 с.

УДК 520

**Л. Д. Примак**

студент кафедры прикладной математики

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСА

Марс – четвертая планета Солнечной системы. Первые упоминания о ней встречаются в работах древнеегипетских астрономов XVI века до н. э. О Марсе также знали и в Вавилоне, Китае и Древней Греции, чему свидетельствуют найденные древние записи. Сегодня изучением Красной планеты занимаются ученые передовых в области астрономии стран мира. На орбитах вокруг Марса работают восемь искусственных спутников: «Марс Одиссей», «Марс – экспресс», «Mars Reconnaissance», «MAVEN», «Мангальян», «Trace Gas Orbiter», «Аль – Амаль» и «Тяньвэнь-1». На поверхности планеты (октябрь 2021 г.) находится шесть марсоходов: «Соджорнер», «Спирит», «Оппортьюнити», «Кьюриосити», «Персеверенс» (НАСА) и «Чжужун» (Китайскому национальному космическому управлению). Три марсохода – «Кьюриосити», «Персеверенс», «Чжужун» – продолжают работать на данный момент.

«Кьюриосити» – марсоход третьего поколения, разработанный для исследования кратера Гейла на Марсе в рамках миссии НАСА «Марсианская научная лаборатория».



Рис. 1. Изображение марсохода «Кьюриосити»

Марсоход представляет собой автономную химическую лабораторию в несколько раз больше и тяжелее предыдущих марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити». На поверхность Красной планеты «Кьюриосити» был доставлен в августе 2012 года в район кратера Гейла.

С того времени аппарат занимается изучением горных пород, радиации, климата и атмосферы Марса. В конце 2012 года им были обнаружены следы по крайней мере одного древнего озера в кратере Гейла. Анализ найденных образцов грунта показал высокое содержание сульфатов магния и кальция, что указывает на образование из растворов с высоким содержанием солей. Данные осадочные породы сформировались около 3,5 миллиарда лет назад (гесперийский период истории планеты), когда на дне кратера находилось соленое озеро. Образцы представляли собой глинистые озерно-речные осадочные породы с включениями различных сульфатов в виде минералов. Такое перемешивание веществ указывает на кристаллизацию солей во влажной среде. Минералы могли образовываться на днях пересыхающих неглубоких водоемов, причем концентрация растворенных солей в оставшейся воде при этом достигла предельных значений.

Исходя из данного исследования, ученые предполагают, что климат того времени на Марсе можно сравнить с современной областью Альтиплано в Южной Америке. Здесь потоки воды стекают с вершин гор на плато с засушливым климатом, формируя озера, напоминающие существовавшие в кратере Гейл. В наиболее засушливые периоды некоторые озера полностью испаряются, а на их месте остается лишенная растительности почва.

Благодаря марсоходу «Кьюриосити» было установлено, что уровень радиации на планете превышает предел, установленный NASA (0,6–1 зиверту для женщин и 0,8–1,2 зиверта для мужчин при условии, что они никогда не курили и их возраст составляет от 30 до 60 лет). Во время 180-дневного полета к Марсу, команда получит радиацию, оцениваемую в 0,331 зиверта, а на обратном пути – 0,662 зиверта. Это больше, чем нижняя граница нормы для женского организма и чуть меньше нижней границы нормы для мужского. Если брать в расчет радиацию, полученную во время пробных полетов на МКС и собственно пребывание на поверхности Марса, риск начинает превышать все допустимые нормы. Соответственно, миссии на поверхность Марса опасны для людей. Ученым предстоит решить данную проблему, чтобы обезопасить космонавтов будущих экспедиций.

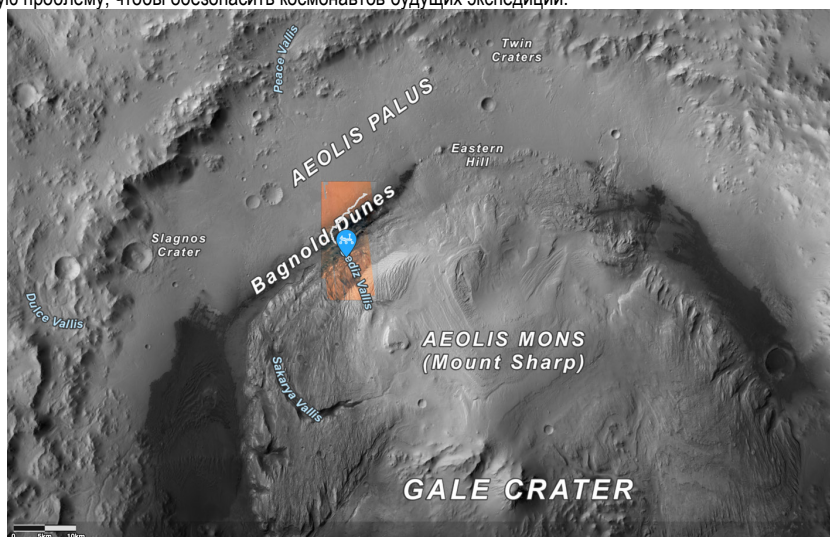


Рис. 2. Местоположение марсохода «Кьюриосити» на интерактивной карте (23.11.2022)

«Персеверанс» – марсоход, разработанный для исследования кратера Езеро на Марсе в рамках экспедиции NASA «Марс-2020». Был изготовлен Лабораторией реактивного движения и запущен к Марсу 30 июля 2020 года вместе с беспилотным вертолетом «Ingenuity».

«Персеверанс» содержит несколько камер для съемки и два микрофона. Особенностью марсохода является семь уникальных инструментов, установленных для изучения поверхности Марса:

- планетарный инструмент для рентгеновской литохимии – рентгенофлуоресцентный спектрометр для точного определения элементного состава материалов с поверхности Марса;

- радиолокационный визуализатор для марсианского подповерхностного – георадар для получения изображений грунтов разной плотности, структурных слоев, подповерхностных горных пород, метеоритов и обнаружения подземного водяного льда и соляного рассола на глубине до 10 м;

- анализатор динамики окружающей среды на Марсе – набор датчиков для измерения температуры, скорости и направления ветра, давления, относительной влажности, радиации, а также размера и формы частиц марсианской пыли;

— комплекс MOXIE – разработан для исследования технологии по производству кислорода (O<sub>2</sub>) из диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) марсианской атмосферы. В случае успеха технология будет использоваться для производства кислорода в промышленных масштабах, как для жизнеобеспечения людей, так и для создания ракетного топлива;

— SuperCam – набор инструментов для оптического, химического и минералогического анализа камней и почвы на Марсе;

— мультиспектральный стереоскопический прибор для визуализации Mastcam-Z с зум-объективом;

— рамановское и люминесцентное сканирование пригодной для жизни среды для поиска органических и химических веществ – ультрафиолетовый рамановский спектрометр, использующий точную визуализацию и ультрафиолетовый лазер для идентификации минералов и обнаружения органических веществ.

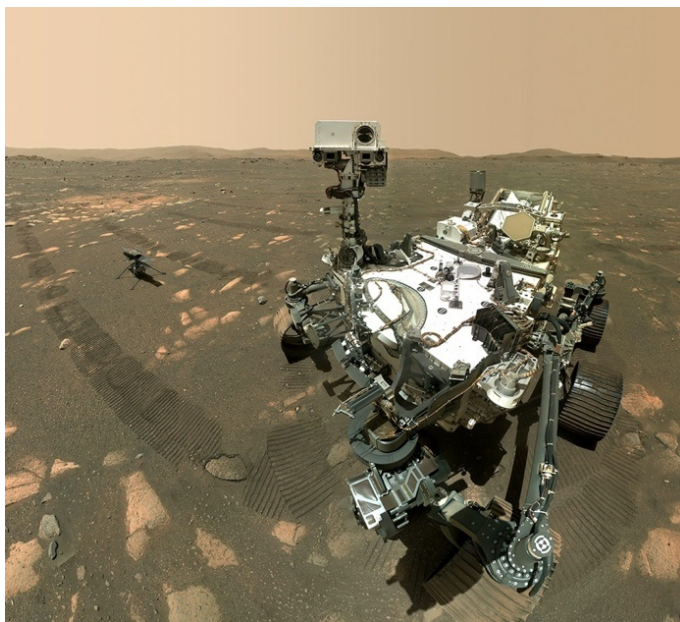


Рис. 3. Изображение марсохода «Персеверанс» и вертолета «Ingenuity»

В рамках миссии «Марс-2020» перед марсоходом было поставлено несколько основных научных задач.

1. Оценка жизнеспособности Марса.
2. Поиск биосигнатур, которые могут подтвердить существование микробной жизни на Марсе в прошлом.
3. Отбор, сбор и хранение проб камней и почвы с марсианской поверхности.
4. Подготовка к посадке человека на Марс: проведение тестов по производству кислорода из марсианской атмосферы.

За год марсоход «Персеверанс» достиг несколько важных для будущих экспедиций целей: добыл первые образцы грунта (по состоянию на март 2022 г. успешно взято 8 проб грунта), контролировал первый и последующие полеты вертолета «Ingenuity» и протестировал прототип генератора кислорода (20 апреля 2021 г. впервые было получено 5 г кислород из атмосферы Марса).



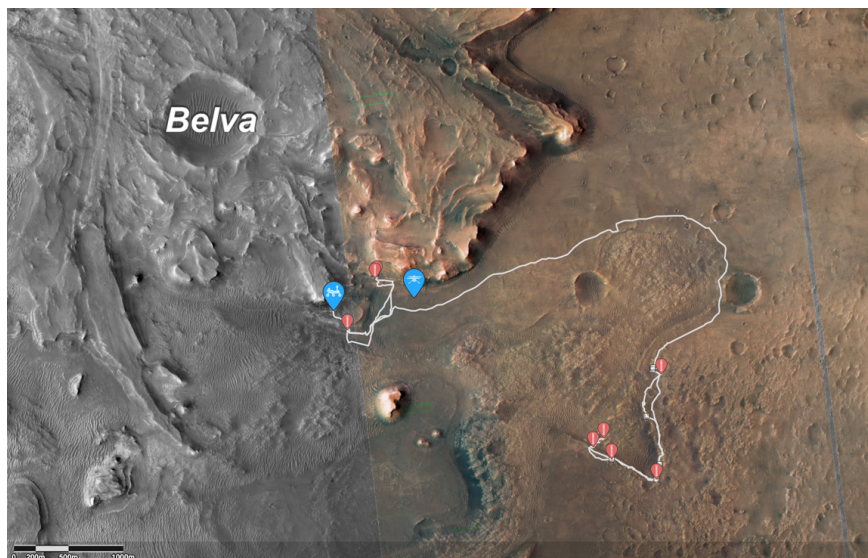


Рис. 4. Схема траектории перемещения марсохода «Персеверанс» (23.11.2022)

Совместная работа «Персеверанс» и «Ingenuity» на Марсе стала первым шагом на пути создания научно-исследовательских комплексов, в которых планетоход играет роль многофункционального самодвижущегося аппарата, а вертолет – вспомогательное оперативное устройство.

Первая фаза научной программы началась летом 2021 года. В ходе исследований марсоход получил восемь кернов горных пород и подтвердил существование озера в кратере Езеро в прошлом. Вторая фаза началась 18 апреля 2022 года, и она займет около половины земного года. Марсоход прибыл к дельте древней реки в кратере Езеро для сбора образцов пород, которые образовались предположительно 3,5 миллиарда лет назад в присутствии жидкой воды [11]. Анализ их минералогического состава позволит определить наличие потенциальных следов жизнедеятельности живых организмов.

Чжужун – первый китайский марсоход, основной задачей которого является поиск остатков живых организмов. Аппарат совершил посадку на Равнине Утопия 14 мая 2021 года, 15 августа 2021 года он успешно выполнил основную научную программу и сейчас продолжает работу сверх запланированного срока.

Марсоход включает в себя шесть научных приборов:

- георадар для исследования на глубину до 100 м под поверхность Марса;
- детектор магнитного поля на поверхности;
- метеокомплекс для измерения температуры, давления, скорости и направления ветра, а также записи звуков:

также записи звуков:

- детектор поверхностных химических соединений Марса;
- мультиспектральную камеру;
- навигационную и топографическую камеру.

Во время выполнения научной программы марсоход передал снимки поверхности Красной планеты, исследовал песчаные дюны, собрал значительный объем научных данных о структуре марсианской поверхности, ее элементном составе, а также о магнитном поле и метеорологической среде планеты.

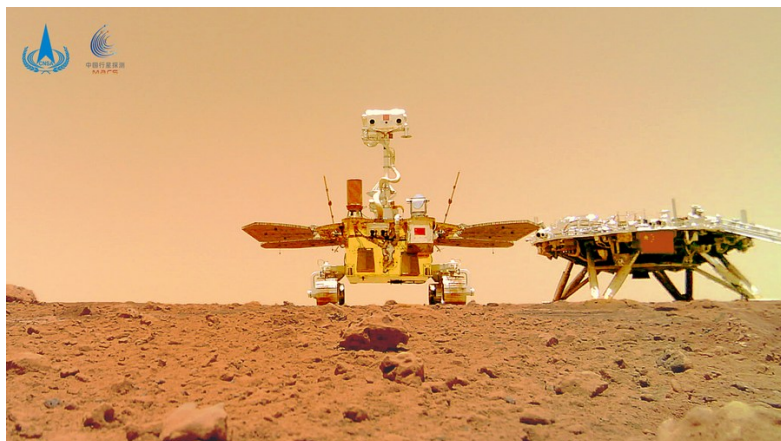


Рис. 5. Изображение марсохода «Чжужун» с посадочной платформой

Деятельность марсоходов внесла значительный вклад в изучение Марса. Полученные научные данные планируется использовать для подготовки первого пилотируемого полета человека на Красную планету и возможной будущей колонизации планеты.

#### Список источников

1. Google: Марс. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Марс> (дата обращения: 22.06.2022).
2. Google: Марс: интересные факты о Красной планете. URL: <https://starwalk.space/ru/news/mars-the-ultimate-guide> (дата обращения: 22.06.2022).
3. Google: Исследование Марса. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Исследование\\_Марса](https://ru.wikipedia.org/wiki/Исследование_Марса) (дата обращения: 22.06.2022).
4. Google: Семеро на Марсе: кто и зачем изучает Красную планету. URL: <https://www.m24.ru/articles/nauka/24092014/56476> (дата обращения: 22.06.2022).
5. Google: Персеверенс (марсоход). URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Персеверанс\\_\(марсоход\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Персеверанс_(марсоход)) (дата обращения: 22.06.2022).
6. Google: Чжужун (марсоход). URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чжужун\\_\(марсоход\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чжужун_(марсоход)) (дата обращения: 22.06.2022).
7. Google: Mars 2020 Mission Perseverance rover. URL: <https://mars.nasa.gov/mars2020/> (дата обращения: 22.06.2022).
8. Google: Mars Curiosity Rover. URL: <https://mars.nasa.gov/msl/home/> (дата обращения: 22.06.2022).
9. Google: «Кьюриосити» нашел на Марсе каменный кустик. URL: <https://nplus1.ru/news/2022/03/01/mars-concretion> (дата обращения: 22.11.2022).
10. Google: Марсоход Curiosity изучил уровень радиации на Красной планете. URL: <https://smotrim.ru/article/1323325> (дата обращения: 22.11.2022).

УДК 539.12

**Е. А. Прокудин**

обучающийся ГБОУ «СОШ № 684 Берегиня»

**А. А. Турасова**

магистрант ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**Н. А. Абоева**

педагог-организатор – научный руководитель

### МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ LABVIEW

Исследование предполагает моделирование установки для измерения температуры и влажности с помощью среды разработки прикладных программ LabVIEW и воплощение в реальность управления измерительного механизма на платформе Arduino, изучение основных понятий и концепций графического программирования в среде LabVIEW и основы программирования в Arduino IDE. Целью работы является создание измерительной установки в среде программирования LabVIEW и реализация управляющего кода в среде разработки Arduino IDE. Для управления измерительной установкой необходимо разработать программный код в интегрированной среде разработки Arduino IDE. Исходя из вышесказанного задачами исследования являются:

- сборка измерительной установки;
- реализация работы измерительной установки в среде разработки Arduino IDE;
- разработка модели работы установки в пакете математического моделирования LabVIEW.

Датчик влажности и температуры DHT-11 состоит из двух частей – емкостного датчика температуры и гигрометра. Первый используется для измерения температуры, второй – для влажности воздуха. Находящийся внутри чип может выполнять аналого-цифровые преобразования и выдавать цифровой сигнал, который считывается посредством микроконтроллера [6].

В большинстве случаев DHT-11 доступен в двух вариантах: как отдельный датчик в виде платикового корпуса с металлическими контактами или как готовый модуль с датчиком и припаянными элементами обвязки.

Ключевые характеристики датчика температуры и влажности:

- потребляемый ток – 2,5 мА (максимальное значение при преобразовании данных);
- измеряет влажность в диапазоне от 20 до 80 %. Погрешность может составлять до 5 %;
- применяется при измерении температуры в интервале от 0 до 50 градусов (точность – 2 %)
- габаритные размеры: 15,5 мм длина; 12 мм ширина; 5,5 мм высота;
- питание – от 3 до 5 В;
- одно измерение в единицу времени (секунду), то есть частота составляет 1 Гц;
- 4 коннектора.

Для программирования Arduino используется упрощенная версия языка C++ с предопределенными функциями. Как и в других Си-подобных языках программирования есть ряд правил написания кода. Вот самые базовые из них.

1. После каждой инструкции необходимо ставить знак точки с запятой (;)
2. Перед объявлением функции необходимо указать тип данных, возвращаемый функцией или void если функция не возвращает значение.

3. Так же необходимо указывать тип данных перед объявлением переменной.

4. Комментарии обозначаются: // Строчный и /\* блочный \*/

Все прошивки для Arduino должны содержать минимум 2 функции: setup () и loop ().

Внешний вид собранной схемы представлен на рис. 1

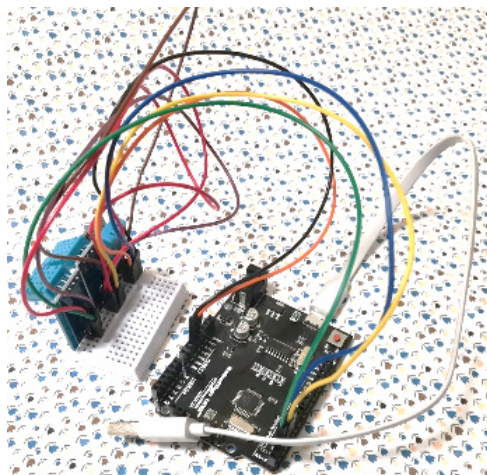


Рис. 1. Внешний вид собранной схемы

В среде LabVIEW для решения конкретно поставленной задачи было необходимо воссоздать виртуальный образ схемы, уже созданной для Ардуино в реальности, и добавить логические элементы, которые позволили бы анализировать приходящие от Ардуино данные.

Как было описано в предыдущем разделе, рабочая область программы состоит из двух больших панелей Front Panel и Block Diagram. **Front Panel** (лицевая панель – рис. 2) нужна для составления интерфейса программы, то есть, ее виртуального облика с использованием элементов управления с панели **Controls**. Эти элементы представляют собой ручки переменных резисторов, светодиоды, кнопки, стрелочные приборы, экран осциллографа и т. п. Они служат для ввода информации в программу и отображения результатов выполнения.

Панель **Block Diagram** нужна для размещения программного кода.

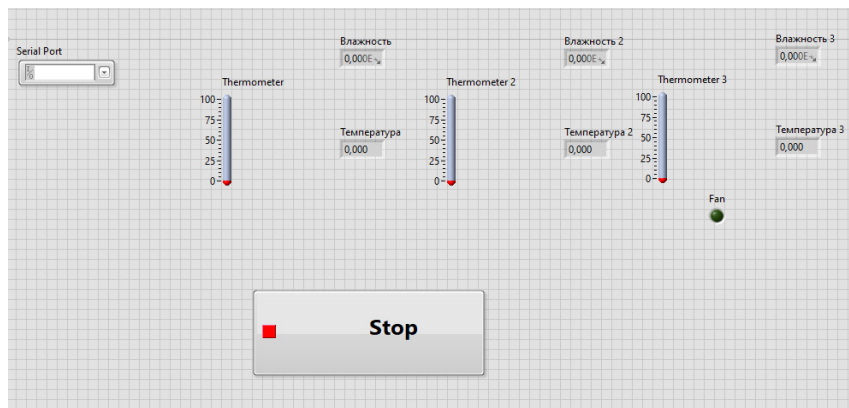
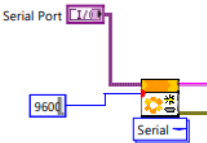
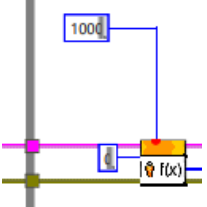
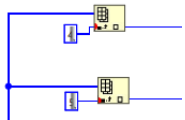
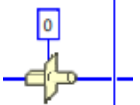
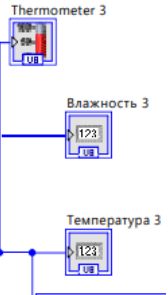


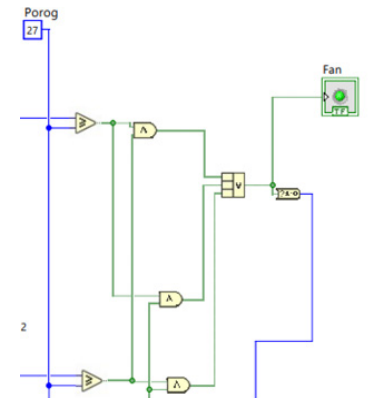
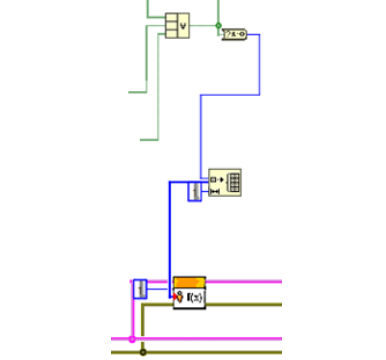
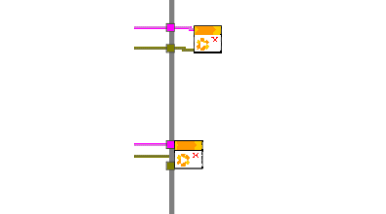
Рис. 2. Лицевая панель

Изначально на лицевую панель были добавлены ключевые элементы, после был осуществлен переход к работе на панели Block Diagram. Рассмотрим этапы работы программы в LabVIEW (табл. 1).

Таблица 1

**Этапы работы программы в LabVIEW**

Этап	Описание	Скрин
1	Происходит открытие подключения к Ардуино, для этого задается порт, через который передаются данные, и скорость передачи в бодах	
2	Дальше вызываем функцию считывания значений, для этого задаем устройство (линиями обозначены поток ошибок и поток команд, желтая и фиолетовая соответственно), тайм-аут (здесь секунда, если за это время функция не выполняется, программа выдает ошибку) и комер команды (здесь 0). На выходе программа получает массив из 6 значений (приходят из Ардуино)	
3	Блок состоит из функций, которые получают элемент массива по его порядковому номеру: на входе массив и порядковый номер, на выходе – элемент	
4	Данный этап позволяет конвертировать число с плавающей точкой в число с фиксированным количеством символов после запятой	
5	Блок визуализации: здесь происходит отображение температуры в численном и графическом виде и влажности в численном виде	

Этап	Описание	Скрин
6	<p>Блок реализации логики: сравниваем значения температур с пороговым, на выходе получаем булево значение (0 или 1) и считаем, больше ли порога два из них в разных сочетаниях.                      Выражение в СДНФ: <math>AB+AC+BC</math>.                      Если два или более датчика выдают значения, превышающие порог, на выходе – ИСТИНА (иначе – ЛОЖЬ)</p>	
7	<p>Передаем сигнал на виртуальную лампочку (вентилятор), параллельно преобразуем полученное значение в 1 или 0 и уже его преобразуем в массив размером 1 (это нужно, так как функция на вход принимает только массив). Далее вызываем функцию управления вентилятором (диодом): на фхое массив со значением, номер команды (1) и потоки команд и ошибок (фиолетовый и желтый соответственно)</p>	
8	<p>Данные блоки закрывают соединение с Ардуино, если завершилось исполнение программы или пришли ошибки</p>	

Таким образом, происходит обработка данных в среде LabVIEW.

В ходе выполнения работы была собрана схема, включившей в себя три датчика температуры и влажности, с помощью которой был смоделирован процесс сбора информации в среде Arduino и процесс обработки информации в среде LabVIEW.

Для управления измерительной установкой был разработан программный код в интегрированной среде разработки Arduino IDE. В плату Arduino Uno была загружена прошивка, которая позволила считывать данные с платы и передавать их напрямую в симулятор в среде LabVIEW, где уже проходила дальнейшая обработка сигналов с использованием простейшей логики. Ключевым условием для включения вентилятора (диода) было поставлено превышение порогового значения хотя бы на двух датчиках.

В результате работы программы LabVIEW формировался сигнал, который возвращался в Ардуино. Сигнал воспринимался как «Включить» вентилятор (его функцию выполнял диод), если приходила единица, и как «Не включать», если приходил ноль.

Таким образом, поставленные изначально задачи были выполнены, а цель работы достигнута.

#### Список источников

1. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. 2 изд.: пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2020.
2. Петин В. А., Биняковский А. А. Практическая энциклопедия Arduino. М.: ДМК Пресс, 2017.
3. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Пер. с англ. Н. А. Клушина. М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005.
4. Arduino UNO R3 характеристики, распиновка, питание Ардуино. Уроки. URL: xp-18-6kcdusowgbt1a4b.xp-p1ai (дата обращения: 29.09.2021).
5. Макетная плата. Подключение и монтаж без пайки для Ардуино. URL: arduinomaster.ru (дата обращения: 29.09.2021).
6. DHT11 и DHT22 – подключение к Ардуино датчиков температуры и влажности. URL: arduinomaster.ru (дата обращения: 29.09.2021).

УДК 658.5.011

**Г. Г. Рахимова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ PEST-АНАЛИЗА

### Введение

В сегодняшнее время начинает получать широкое распространение применение передовых информационно-коммуникационных технологий в сфере образования, практикуются новые способы восприятия учебных материалов, и их эффективность использования каждый раз подтверждается на практике. Одним из таких информационно-коммуникационных технологий, применяемых в образовании, является технология дополненной реальности, способная заинтересовать обучающихся своей эффективностью. Главным козырем дополненной реальности является то, что она позволяет учащимся быть вовлеченным в явления, которые невозможны в реальном мире, визуализировать сложные пространственные решения и абстрактные концепции, а также разрабатывать важные практики и навыки, которые не могут быть разработаны и внедрены в других технологических средах с расширенными возможностями обучения. Ученые подчеркнули, что AR может обеспечить повсеместное, совместное и дистанционное обучение, ощущение присутствия, непосредственности и погружения учащихся, визуализацию невидимого, обучающего контента в трехмерных ракурсах и преодоление формального и неформального обучения. Однако несмотря на ряд преимуществ, дополненная реальность имеет барьеры, которые необходимо преодолеть, такие как перегрузка информацией, сопротивление со стороны преподавателей [1].

Хотя технология AR не является новой, ее использование и программирование для нее, все еще находится в зачаточном состоянии. Чтобы определить, как наилучшим образом использовать эту технологию в школьной среде, преподаватели должны продолжать работать с исследователями в этой области. Текущие исследования показывают, что технология дополненной реальности имеет потенциал в качестве практического дополнения к учебникам и учебным пособиям, позволяя получить практический опыт для облегчения уроков. AR становится все более распространенным явлением в современном обществе. Доступность мобильных устройств и другого оборудования с возможностью обработки и отображения информации на быстрых скоростях сделали возможным использование AR повсеместным. Тем не менее по мере того, как инструменты, способствующие AR, продолжают развиваться, должны развиваться и исследования, и разработки приложений AR. Появится необходимость в поиске дизайнерских инструкторов, которые смогут в будущем создавать учебные мероприятия для систем AR [2].

Однако тенденции общества, развитие компьютерных технологий, глобализация и информатизация затрагивают все устройства жизни, не обходя стороной и сферу образования. Смысл, назначение и миссия современного образования – не просто получение базовых знаний и необходимых навыков и умений, – это выработка культурного кода, самостоятельного подхода к усвоению новых знаний, культурных ценностей, новых форм и видов деятельности. Виртуальная и дополненная реальность относятся к перечню информационных технологий цифровой экономики. Эксперты прогнозируют рост рынка VR/AR-технологий и считают одним из перспективных [3].

Стратегия развития информационного общества предполагает подготовку специалистов в области информационных технологий. В настоящее время для решения данной задачи используются инновационные методы, которые позволяют более эффективно усваивать новые знания с высокой степенью вовлеченности в образовательный процесс [4]. К ним относят в том числе технологии виртуальной и дополненной реальности, то есть они могут являться как инструментом обучения, так и объектом исследования.



Материалы и методы исследования. Виртуальная реальность (virtual reality, VR) – совокупность программно-аппаратных средств, которые позволяют воспроизводить искусственный мир и транслируют его в сознание пользователя посредством воздействия на органы чувств (зрение, слух, тактильные ощущения, положение в пространстве и т. д.). Виртуальная реальность также предоставляет инструменты взаимодействия с объектами, которые в ней находятся (интерактивность), в отличие от кинематографа, где конечный пользователь является пассивным наблюдателем [5].

Полное погружение реальность обеспечивают устройства. Для передачи зрительной информации применяются комнаты виртуальной реальности (CAVE). Многоканальная акустическая система позволяет пользователю ориентироваться на слух в пространстве. Имитация тактильных ощущений осуществляется в устройствах с обратной связью. Взаимодействие с объектами виртуальной реальности обеспечивают манипуляторы, специальные перчатки и костюмы, которые также можно использовать для передачи тактильных и температурных ощущений. Камеры отслеживают как положение отдельных частей тела (конечности, голова, глаза), так и все вместе в совокупности (походка, анимация движения по контрольным точкам).

В процессе обучения степень усвоения материала зависит от степени вовлеченности обучающегося. Также установлено, что человек запоминает многократно повторяемую или воздействующую на несколько органов чувств информацию. Это утверждение подтверждается исследованиями Р. Карникау и Ф. Макэлпроу, которые создали модель «Пирамиды обучения». Любой визуальный материал помогает сфокусировать внимание обучающегося. Представление сложных процессов в виде совокупности простых элементов, графиков или диаграмм упрощает их понимание. Совместное обсуждение позволяет изучить проблему с разных точек зрения, а активное участие помогает запомнить важные детали за счет многократного повторения информации.

Дополненная реальность считается популярным и востребованным направлением, которое позволит решить ряд проблем путем дополнения обычной реальности виртуальной. При этом можно использовать как известные очки Google Glass, так и обычный смартфон. Дополненная реальность считается популярным и востребованным направлением, которое позволит решить ряд проблем путем дополнения обычной реальности виртуальной. При этом можно использовать как известные очки Google Glass, так и обычный смартфон. Перспективы развития дополненной реальности зависят от многих факторов [6].

Специалисты пришли к выводу, что, помимо сферы развлечений, в ближайшем будущем технологии виртуальной и дополненной реальности получат широкое распространение не только в сфере развлечений, но и в сферах образования, коммерции и здравоохранения. Аналитики считают, что доля ПО в сегменте B2 с составит 54 %, а в сегменте B2B – 46 %.

Развитие программного обеспечения и контента для дополненной реальности значительно отстанет от того же для виртуальной, и к 2025 году три четверти рынка будут принадлежать именно решениям для виртуальной реальности. Однако со временем разрыв сократится. По прогнозу Goldman Sachs, устройства виртуальной реальности вскоре станут так же популярны и функциональны, как мобильные телефоны. С помощью таких девайсов пользователи смогут смотреть кино и сериалы, присутствовать на массовых мероприятиях и совершать покупки. А это значит, что виртуальная реальность заметно расширит возможности малого и крупного бизнеса [7].

В ходе интервью и анализа кейсов применения технологий получены данные, которые позволяют выявить слабые и сильные стороны технологий, возможности их применения и угрозы, с которыми могут столкнуться компании. Для систематизации информации из источников и интервью построена SWOT-матрица (табл. 1).

Таблица 1

**SWOT-анализ применения технологий дополненной и виртуальной реальности**

<p><b>Сильные стороны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разнообразие сфер применения;</li> <li>– нативное управление;</li> <li>– инновационность;</li> <li>– мощный 3D-инструмент;</li> </ul>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологические ограничения и несовершенство ПО;</li> <li>– недостаток качественного контента;</li> <li>– высокая стоимость;</li> </ul>
---	--

**МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ**

– взаимодействие в режиме реального времени	– отсутствие квалифицированных кадров; – негативное влияние на здоровье
Возможности – высокий потенциал рынка, наличие свободных ниш; – готовность среды (компаний) к внедрению технологии; – рост интереса инвесторов; – развитость смежных рынков	Угрозы: – конкурентные технологии (Интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника); – недостаток сведений об опытных результатах использования; – непредсказуемость внешней среды; – молодой рынок

Теперь оценим степень влияния этих факторов и вероятность их изменения, а затем внесем данные в сводную таблицу.

В ходе оценки каждого фактора оценками получим следующие результаты по каждому из критерия из табл. 1. Результат полученных вывод (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты оценки фактора «сильные стороны»**

Фактор	Влияние фактора	Оценка					Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес
		1	2	3	4	5		
Разнообразие сфер применения	1	2	3	3	4	5	3,40	0,23
Нативное управление	3	4	4	4	5	5	4,40	0,88
Инновационность	2	1	3	2	4	1	2,20	0,29
Мощный ЗБ-инструмент	3	3	2	1	5	5	3,20	0,64
Взаимодействие в режиме реального времени	2	3	4	2	4	5	3,60	0,48

Таблица 3

**Результаты оценки фактора «слабые стороны»**

Фактор	Влияние фактора	Оценка					Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес
		1	2	3	4	5		
Недостаток качественного контента;	2	1	2	3	3	2	2,2	0,29
Высокая стоимость;	3	3	4	2	1	5	3	0,6
Отсутствие квалифицированных кадров;	3	1	3	4	5	1	2,8	0,56
Негативное влияние на здоровье	2	3	4	3	1	5	3,2	0,43

Таблица 4

**Результаты оценки фактора «возможности»**

Фактор	Влияние фактора	Оценка					Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес
		1	2	3	4	5		
Высокий потенциал рынка, наличие свободных ниш;	1	2	4	5	4	2	3,4	0,23
Готовность среды (компаний) к внедрению технологии;	1	1	3	4	1	3	2,4	0,16
Рост интереса инвесторов;	2	1	3	4	5	5	3,6	0,48
Развитость смежных рынков	3	4	5	5	4	3	4,2	0,84

Результаты оценки фактора «угрозы»

Фактор	Влияние фактора	Оценка					Средняя оценка	Оценка с поправкой на вес
		1	2	3	4	5		
Конкурентные технологии (Интернет вещей, искусственный интеллект, робототехника);	2	4	3	3	2	2	2,8	0,37
Недостаток сведений об опытных результатах использования;	2	3	1	2	1	5	2,4	0,32
Непредсказуемость внешней среды;	1	1	3	2	4	1	2,2	0,15
Молодой рынок	3	3	2	1	5	5	3,2	0,64

Таким образом, можно рассмотреть все факторы, которые могут внести возможные изменения на каждый фактор с применением решения для задачи.

При проекционной системе дополненной реальности в образовании на каждом этапе обучения студенты получают наглядную информацию о необходимых практических навыках на предприятии. После внедрения проекционных систем в различные образовательные учреждения необходимо провести мониторинг результатов. Так, например, можно провести эксперимент: предоставить часть студентам виртуальную практику на предприятии, а оставшимся предоставить академические знания о процессах (на примере сборки передач и цели). После прохождения обучения, обучающимся необходимо провести выбор необходимые комплектующие, сделать монтаж и убедиться, что все проведено без ошибок. Часть студентов руководствовалась стандартными бумажными инструкциями, а другая часть использовала инструменты дополненной реальности. В последнем случае были получены, что обучающимся, прошедшие курс виртуальной реальности совершили: сокращение числа ошибок на 80 %; сокращение продолжительности рабочего цикла на 38 %; увеличение пропускной способности на 82 %.

Бурное развитие национальной анимационной индустрии в последующие 5 лет приведет к тому, что на рынок труда выйдут многочисленные высококвалифицированные аниматоры, художники, эксперты по визуализации компьютерной графики. Кроме того, в России сложится сильная школа программистов и инженеров.

В условиях благоприятной конъюнктуры валютного рынка и устойчивости курса рубля по отношению к мировым валютам высококвалифицированный труд российских разработчиков в области контента и программного обеспечения станет сверхконкурентоспособным с точки зрения мировой цены на работы аналогичного качества. Их компетенции могут оказаться востребованы прежде всего в сферах анимации, детских и образовательных приложений, проектной визуализации в виртуальной реальности.

#### Список источников

1. Kidd S. Augmented Learning with Augmented Reality // Mobile Learning Design. Lecture Notes in Educational Technology. Singapore: Springer, 2016. P. 97–108.
2. Иванова А. Д. Особенности методических и психолого-педагогических аспектов в преподавании педагогики и психологии высшей школы для магистров технических специальностей // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6.
3. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 года № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» // СЗ РФ. 2017. № 20. Ст. 2901.
4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017. № 1632-р) // Сайт Правительства России. 2017. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4Psb79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 18.03.2023).
5. Бойченко И. В., Лежанкин А. В. Дополненная реальность: состояние, проблемы и пути решения // Управление, вычислительная техника и информатика // Доклады ТУСУРа. 2010. № 1 (21). Ч. 1 С. 161–165.

6. *Соболев В. Ю., Киселева О. В.* Интерактивные методы обучения как основа формирования компетенций // Высшее образование сегодня. 2014. № 9. С. 70–74.

7. *Катханова Ю. Ф., Бестыбаева К. И.* Технология дополненной реальности в образовании // Материалы VIII Междунар. научно-практ. конф. «Педагогическое мастерство и педагогические технологии». Чебоксары: Интерактив плюс, 2016. С. 289–291.

УДК 511.14

**Р. К. Сайфоев**

студент кафедры аэрокосмических компьютерных и программных систем

**Е. В. Состина**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## МАГИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ЧИСЕЛ

### Введение

Становление современного мира со всеми его технологическими новшествами невозможно представить без математики. Математические теории и модели окружают нас повсюду. Какие-то из них используются на практике исключительно широко, например, теория дифференциальных уравнений, другие же, чуть более абстрактны. В глазах широкой околонуучной общественности теория чисел именно таковой и является. Разные множества чисел воспринимаются в массовом сознании как нечто не слишком глубокое, какие-то точки на числовой прямой, не более. В глазах же менее искушенной публики теория чисел воспринимается как подспорье для разного рода заблуждений, например «нумерологии». Целью этого доклада будет доступное объяснение основ такой, воспринимающейся одной частью общества исключительно просто, а другой мистически темы как теория трансцендентных чисел.

### История и методы

Впервые об неалгебраических функциях упомянул Готфрид Вильгельм Лейбниц – основатель Берлинской академии наук. Позже Леонард Эйлер ввел сами термины алгебраических и трансцендентных чисел в своем труде «Введение в анализ» в 1744 году.

Алгебраическим числом называется такое число  $\alpha$ , которое является корнем алгебраического уравнения с целыми коэффициентами:

$$a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_n = 0, \quad (1)$$

где все числа  $a_0, a_1, \dots, a_n$  – целые и  $a_0 \neq 0$ . Всякое неалгебраическое число называется трансцендентным. Если уравнение неприводимо – его степень будет степенью алгебраического числа  $\alpha$  [1].

В этом же труде Эйлер высказал мысль о том, что при рациональном основании  $a$  логарифм от любого рационального  $b$  является числом строго трансцендентным, если  $b$  не является степенью  $a$ . Доказательство было же представлено только в прошлом веке.

Конкретику в суть трансцендентных чисел внес Жозеф Лиувилль в 1844 году, используя непрерывные дроби. Он дал необходимый признак алгебраичности числа и, вместе с этим, достаточный признак трансцендентности:

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| \geq \frac{C}{q^d}, C > 0, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – алгебраическое число;  $p, q$  – целые числа, константа  $C$  зависит только от  $\alpha$ ;  $d$  – степень уравнения  $d \geq 2$  [2].

Приведем доказательство.

Рассмотрим два случая. Первый случай – пусть  $q$  и  $p$  такие, что:

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| \geq 1, \quad (3)$$

тогда, очевидно:

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| \geq \frac{1}{q^d}. \quad (4)$$

Второй случай – пусть  $q$  и  $p$  такие, что:

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| < 1. \quad (5)$$

Пусть

$$f(x) = a_d x^d + a_{d-1} x^{d-1} + \dots + a_0 \quad (6)$$

многочлен степени  $d$ , корнем которого является  $\alpha$ . При этом  $\alpha_2, \dots, \alpha_d$  – остальные корни.

$$f\left(\frac{p}{q}\right) = a_d \left(\frac{p}{q}\right)^d + \dots + a_1 \left(\frac{p}{q}\right) + a_0. \quad (7)$$

Можно сказать, что:

$$f\left(\frac{p}{q}\right) = \frac{Z}{q^d}, \quad (8)$$

где  $Z$  – целое число. В таком случае:

$$\left| f\left(\frac{p}{q}\right) \right| \geq \frac{1}{q^d}. \quad (9)$$

С другой стороны можно разложить значение многочлена в точке  $\frac{p}{q}$ :

$$f\left(\frac{p}{q}\right) = a_d \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d \left(\frac{p}{q} - \alpha_i\right), \quad (10)$$

тогда модуль  $f\left(\frac{p}{q}\right)$  будет произведением модулей:

$$\left| f\left(\frac{p}{q}\right) \right| = |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d \left(\frac{p}{q} - \alpha_i\right) \right|. \quad (11)$$

По свойству модуля справедливо неравенство:

$$|a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d \left(\frac{p}{q} - \alpha_i\right) \right| \leq |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d \left(|\alpha_i - \alpha| + \left| \alpha - \frac{p}{q} \right|\right) \right|. \quad (12)$$

Но рассматриваемый случай подразумевает условие (5), поэтому справедливо и следующее неравенство:

$$|a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d \left(|\alpha_i - \alpha| + \left| \alpha - \frac{p}{q} \right|\right) \right| < |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d (|\alpha_i - \alpha| + 1) \right|. \quad (13)$$

Таким образом:

$$\left| f\left(\frac{p}{q}\right) \right| < |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d (|\alpha_i - \alpha| + 1) \right|. \quad (14)$$

Вспоминая неравенство (9), можно утверждать справедливость следующего двойного неравенства:

$$\frac{1}{q^d} \leq \left| f\left(\frac{p}{q}\right) \right| < |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d (|\alpha_i - \alpha| + 1) \right|. \quad (15)$$

Отсюда уберем среднюю часть двойного неравенства:

$$\frac{1}{q^d} < |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d (|\alpha_i - \alpha| + 1) \right|. \quad (16)$$

Введем для удобства константу  $C$ . Пусть она имеет такое значение, что:

$$\frac{1}{C} = |a_d| \left| \left(\frac{p}{q} - \alpha\right) \prod_{i=2}^d (|\alpha_i - \alpha| + 1) \right|. \quad (17)$$

Таким образом, неравенство принимает привычный вид:

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| \geq \frac{C}{q^d}, \quad (18)$$

что и требовалось доказать.

Говоря проще, суть теоремы Лиувилля можно характеризовать следующим утверждением: «если для заданного иррационального числа  $\alpha$  можно указать бесконечное множество рациональных приближений, не удовлетворяющих приведенному неравенству ни при каких  $s$  и  $d$  (одних и тех же для всех приближений), то  $\alpha$  есть трансцендентное число» [3]. Отсюда можно легко вывести простую конструкцию трансцендентного числа. Если алгебраическое число приближается плохо, то неалгебраическое должно приближаться, наоборот, с огромной точностью. Приведем следующую теорему о существовании числа, приближаемого с точностью данной функции.

$$\forall \psi = \psi(q) : \psi \nearrow \infty \exists \alpha : \text{б.м.} \frac{p}{q} \left| \alpha - \frac{p}{q} \right| \leq \frac{1}{q * \psi(q)} \quad (19)$$

Приведем доказательство и этой теоремы.

Индуктивно построим цепную дробь:

$$[a_0; a_1, \dots, a_n] = \frac{p_n}{q_n} \quad (20)$$

Для цепных дробей справедливо следующее соотношение:

$$\left| \alpha - \frac{p_n}{q_n} \right| \leq \frac{1}{q_n q_{n+1}}. \quad (21)$$

Оно же имеет отношение к доказательству теоремы Дирихле о диофантовых приближениях. В нашем случае стоит внимательней рассмотреть правую часть неравенства:

$$\frac{1}{q_n q_{n+1}} = \frac{1}{q_n (a_{n+1} q_n + q_{n-1})}. \quad (22)$$

По индуктивному предположению нам известны  $n - 1, n$  знаменатели  $q$ . Все они не меньше единицы, а  $a_{n+1}$  мы вольны подобрать любым. Значит, мы можем подобрать его таким образом:

$$a_{n+1} : a_{n+1} q_n + q_{n-1} > \psi(q_n) \quad (23)$$

Что и требовалось доказать.

Итак, мы определили трансцендентное число, его отличия от алгебраического, однако мы не ответили на самый первый вопрос, который возникнет у читателя, имеющего представление о транс-

цендентных числах: как доказать трансцендентность конкретного числа, например  $\pi$  или  $e$ . Это мы и сделаем в следующем разделе.

### Доказательство трансцендентности числа $e$

Как ни странно, доказательства трансцендентности конкретных чисел совершенно неочевидно связаны с теоремами, приведенными и доказанными выше. В данном случае гораздо удобнее пользоваться доказательством, приведенным одним из учеников Луивилля – Шарлем Эрмитом в 1873 году [4]. Стержень доказательства состоит в приведении тождества, доказанного Эрмитом ранее, к виду, который использует предположение об алгебраичности числа  $e$ , и доказательстве противоречивости этого утверждение – обобщенно говоря – от обратного.

Для начала мы, исходя из определения, сформулированного в (1), предполагаем: если число  $e$  алгебраическое, то есть такие целые коэффициенты  $c_0, c_1, \dots, c_m$ , что:

$$c_0 + c_1e + c_2e^2 + \dots + c_me^m = 0 \quad (24)$$

Итак, тождество Эрмита выглядит следующим образом:

$$\int_0^b f(x)e^{-x} dx = F(0) - e^{-b}F(b), \quad (25)$$

где

$$F(x) = f(x) + f'(x) + f''(x) + \dots + f^{(n)}(x). \quad (26)$$

Его доказательство мы приводить не будем, так как оно тривиально и требует знания лишь метода интегрирования по частям.

Помножим обе части равенства на  $e^b$ :

$$e^b \int_0^b f(x)e^{-x} dx = e^b F(0) - F(b). \quad (27)$$

Рассмотрим такие равенства, где  $b$  меняется от 0 до  $m$ :

$$\begin{aligned} e^0 \int_0^0 f(x)e^{-x} dx &= e^0 F(0) - F(0), \\ e^1 \int_0^1 f(x)e^{-x} dx &= e^1 F(0) - F(1), \\ &\dots \\ e^m \int_0^m f(x)e^{-x} dx &= e^m F(0) - F(b). \end{aligned} \quad (28)$$

Умножим каждое из равенств на соответствующие коэффициенты и просуммируем слева и справа:

$$\sum_{i=0}^m c_i e^i \int_0^i f(x)e^{-x} dx = F(0) \left[ c_0 + c_1e + c_2e^2 + \dots + c_me^m \right] - \sum_{i=0}^m c_i F(i). \quad (29)$$

Однако исходя из нашего предположения выражение в квадратных скобках равняется нулю. В таком случае равенство приобретает следующий вид:

$$\sum_{i=0}^m c_i e^i \int_0^i f(x)e^{-x} dx = - \sum_{i=0}^m c_i F(i). \quad (30)$$

Докажем противоречивость этого равенства, оценив левую и правую часть. Мы вправе сами подобрать функцию  $f(x)$ . Пусть функция будет задана следующим образом:



$$f(x) = \frac{x^{p-1}}{(p-1)!} ((x-1)(x-2)\dots(x-m))^p, \quad p - \text{простое}, p > m, p > c_0. \quad (31)$$

Степень этого многочлена же будет задана как:

$$n = \deg(f(x)) = mp + p - 1. \quad (32)$$

Вернемся к равенству (31). Преобразуем и оценим сначала левую часть:

$$\left| \sum_{i=0}^m c_i e^i \int_0^i f(x) e^{-x} dx \right| \leq \sum_{i=0}^m |c_i| e^i \int_0^i |f(x)| e^{-x} dx. \quad (33)$$

Изменение происходит от нуля до  $m$  соответственно:

$$\sum_{i=0}^m |c_i| e^i \int_0^i |f(x)| e^{-x} dx \leq \sum_{i=0}^m |c_i| e^m \int_0^i \frac{m^{p-1}}{(p-1)!} m^{mp} e^{-x} dx, \quad (34)$$

Вынесем за интеграл и сумму все, что не зависит от  $i$  и  $x$ :

$$\sum_{i=0}^m |c_i| e^m \int_0^i \frac{m^{p(m+1)-1}}{(p-1)!} e^{-x} dx \leq e^m \frac{m^{p(m+1)-1}}{(p-1)!} \sum_{i=0}^m |c_i| \int_0^i e^{-x} dx. \quad (35)$$

Решим интеграл и снова оценим:

$$e^m \frac{m^{p(m+1)-1}}{(p-1)!} \sum_{i=0}^m |c_i| (1 - e^{-i}) \leq e^m \frac{m^{p(m+1)-1}}{(p-1)!} \sum_{i=0}^m |c_i|. \quad (36)$$

Очевидно, что факториал растет быстрее, чем экспонента, поэтому можно утверждать, что при достаточно больших  $p$ :

$$e^m \frac{m^{p(m+1)-1}}{(p-1)!} \sum_{i=0}^m |c_i| < 1. \quad (37)$$

А значит и вся левая часть равенства меньше единицы.

Теперь правая часть:

$$-\sum_{i=0}^m c_i F(i). \quad (38)$$

Для ее оценки запомним факт из теории чисел: если  $l(t)$  – многочлен с целыми коэффициентами, тогда для любого натурального  $n$  все коэффициенты многочлена  $l^{(k)}(t)$  при  $k \geq n$  делятся на  $n!$  [5].

Рассмотрим внимательней  $F(i)$ :

$$F(0) = f(0) + f'(0) + \dots + f^{(n)}(0), \quad (39)$$

но очевидно, что для каждой из производных кроме производных порядка больше или равных  $(p-1)$  значение в нуле равно нулю. Для остальных же:

$$f^{(p-1)}(0) = \frac{(n-1)!}{(n-1)!} ((-1)(-2)\dots(-m))^p = (-1)^{mp} (m!)^p. \quad (40)$$

А для производной следующего порядка мы и воспользуемся приведенным утверждением. В таком случае:

$$f^{(p)}(0) = \frac{p!}{(p-1)!} A = pA, \quad (41)$$

где  $A \in Z$  – оставшаяся часть производной. Тогда:

$$F(0) = (-1)^{mp} (m!)^p + pA. \quad (42)$$

Для остальных  $F(i)$  все еще проще. Все значения  $i$  являются корнями многочлена, а значит и все производных всех порядков будут равны нулю, кроме последнего порядка:

$$\sum_{i=1}^m c_i F(i) = pA' \sum_{i=1}^m c_i = pB, \quad (43)$$

где  $pA'$  – результат деления результат деления коэффициента на  $p!$

Итого имеем:

$$-\sum_{i=0}^m c_i F(i) = -c_0 (-1)^{mp} (m!)^p - c_0 pA - pB. \quad (44)$$

Взяв модуль, нетрудно заметить простоту оставшейся оценки:

$$\left| -\sum_{i=0}^m c_i F(i) \right| = c_0 (-1)^{mp} (m!)^p + c_0 pA + pB. \quad (45)$$

Все коэффициенты целые и некратные (из-за условия простоты  $p$ ), а значит, вся левая часть по модулю больше или равна единице.

Возвращаясь к равенству (30), мы видим, что левая часть меньше единицы, а правая по модулю больше или равна – противоречие. Следовательно, исходное предположение об алгебраичности числа  $e$  неверно, а значит оно трансцендентно, что и требовалось доказать. Аналогичным образом в 1882 году Ф. фон Линдеман доказал трансцендентность и числа  $\pi$ .

### Заключение

В данной статье мы вкратце познакомились с трансцендентными числами, обосновали с помощью двух теорем алгебраичность или трансцендентность числа, а также в качестве «практики» доказали трансцендентность одной из самых известных математических констант – числа Эйлера. Теория трансцендентных чисел – гораздо более обширная и сложная тема. В этом докладе мы обошли стороной имена Линдемана, Зигеля, Рота и других математиков, внесших значительный вклад в эту теорию, однако их открытия значительно сложнее и многограннее. Последнее серьезное достижение в этой теории получило известность по историческим меркам совсем недавно, в 1996 году Ю. В. Нестеренко, доказавшим алгебраическую независимость некоторых интересных значений, например  $e^{\pi\sqrt{3}}$  [6]. Это подталкивает все новые и новые поколения математиков заниматься этой теорией и сегодня, преисполняясь «магией» трансцендентных чисел.

### Список источников

1. Гельфонд А. О. Трансцендентные и алгебраические числа. Государственное технико-теоретической литературы. М., 1952. С. 7.
2. Фельдман Н. Алгебраические и трансцендентные числа // Квант. 1983. № 7. С. 4.
3. Виноградов И. М. Советская энциклопедия. 1985. Т. 5: Сл – Я. С. 426–427.
4. Эрмит Ш. Cours d'analyse de l'école polytechnique, 1873.

5. *Фихтенгольц Г. М.* Курс дифференциального и интегрального исчисления. М.: Наука, 2003. С.147.
6. *Нестеренко Ю. В.* Модулярные функции и вопросы трансцендентности // Математический сборник. 1996. Т. 187. Вып. 9. С. 1319–1348.

УДК 658.514

**А. В. Свириденко**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**МОДЕЛЬ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ 20 КЛЮЧЕЙ КОБАЯСИ**

В статье рассматривается модель централизации управления производственными процессами предприятия на технологическом участке отдела технического контроля и упаковки. Применение практической программы революционных преобразований предприятия в комплексе со статистическими методами анализа данных позволяет провести реорганизацию управления для совершенствования производственных процессов.

**Актуальность**

Актуальность совершенствования системы управления технологическими процессами обусловлена не только необходимостью планирования производственной деятельности, но также ориентацией предприятий на стратегию непрерывного улучшения. Одним из направлений деятельности в ходе непрерывного улучшения является оценка и пересмотр процессов производства с целью выявления неэффективных технологических операций.

Одним из маркеров неэффективности процесса являются временные потери. Потери – любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создает ценности. Примерами таких потерь в технологическом пространстве цеха ОТК и упаковки служат: ожидание следующей производственной стадии, лишнее перемещение людей в ходе работы, ожидание поставки изделий с предыдущего технологического участка, неэффективные коммуникации сотрудников.

**Основные положения**

Для регистрации временных потерь в процессе производства используется метод хронометража рабочего времени (табл. 1).

Таблица 1

**Хронометраж рабочего времени**

Модель	Время					
	1	2	3	4	5	6
F–11	0:11:01	0:13:12	0:12:03	0:09:57	0:13:50	0:12:26
F–204У	0:07:21	0:05:59	0:07:13	0:05:49	0:06:13	0:06:55
F–15	0:26:21	0:16:34	0:16:38	0:16:18	0:13:33	0:16:15
F–514	0:17:19	0:14:10	0:09:06	0:11:49	0:11:03	0:09:45
F–220	0:17:08	0:18:24	0:14:10	0:17:52	0:15:48	0:15:32
F–200	0:08:06	0:07:57	0:09:48	0:08:13	0:08:24	0:08:35
F–527	0:06:14	0:05:54	0:06:37	0:08:01	0:07:35	0:06:39
F–528	0:11:39	0:11:52	0:12:39	0:13:00	0:12:26	0:12:32
Б–333	0:17:12	0:12:19	0:12:51	0:15:29	0:16:58	0:18:37
F–400 М	0:04:49	0:04:48	0:02:47	0:04:43	0:04:59	0:03:52

Рассматриваемый процесс характеризуется наличием отклонений в ходе его протекания (рис. 1).

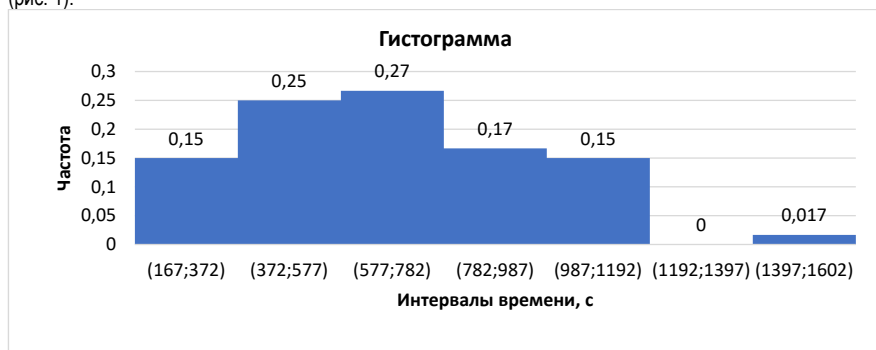


Рис. 1. Гистограмма

Эти отклонения могут быть вызваны присутствием ряда неслучайных причин, что подтверждают контрольные карты (рис. 2, 3).

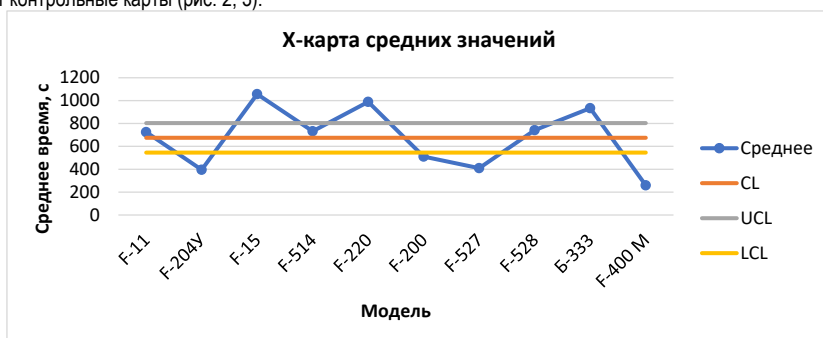


Рис. 2. X-карта средних значений

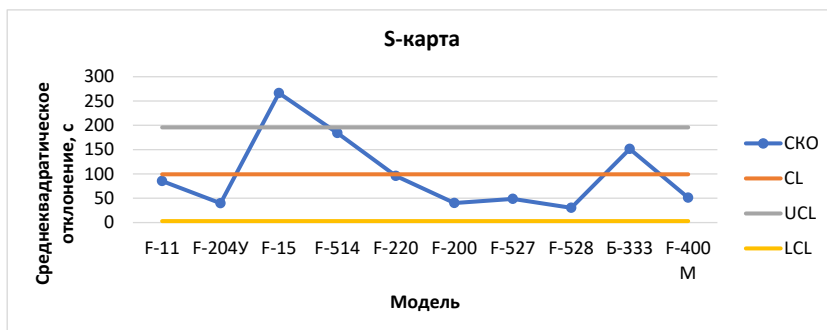


Рис. 3. S-карта среднеквадратических отклонений

Для выявления причин неэффективности процесса по времени целесообразно выдвинуть гипотезы возникновения временных потерь.

Ввиду малого объема выборки:  $n < 100$ , проверка данных гипотез проводится с помощью критерия Колмогорова, описывающегося следующим выражением:

$$\lambda = \frac{6nD_n}{6\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – значение критерия Колмогорова;  $n$  – объем выборки;  $D_n$  – максимальная из границ отклонений.

Проверка гипотез

1.  $H_0$ : Потери возникают не из-за халатности сотрудников: неэффективных коммуникаций сотрудников, выполнения не своих должностных обязанностей, несоблюдения техники безопасности

$H_1$ : Потери возникают из-за халатности сотрудников: неэффективных коммуникаций сотрудников, выполнения не своих должностных обязанностей, несоблюдения техники безопасности.

Эмпирическое значение  $\lambda_{эмп} = 0,8$  при критических значениях  $\lambda_{кр} = 0,393$  и  $\lambda_{кр} = 0,471$  (для  $p \leq 0,05$  и  $p \leq 0,01$  соответственно) находится в зоне значимости. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза  $H_1$ .

2.  $H_0$ : Потери возникают не по причине обнаружения брака;

$H_1$ : Потери возникают по причине обнаружения брака

Эмпирическое значение  $\lambda_{эмп} = 0,9$  при критических значениях  $\lambda_{кр} = 0,481$  и  $\lambda_{кр} = 0,576$  (для  $p \leq 0,05$  и  $p \leq 0,01$  соответственно) находится в зоне значимости. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза  $H_1$ .

3.  $H_0$ : Потери возникают не по причине переделки изделия сотрудником ОТК из-за незначительного брака.

$H_1$ : Потери возникают по причине переделки изделия сотрудником ОТК из-за незначительного брака.

Эмпирическое значение  $\lambda_{эмп} = 0,833$  при критических значениях  $\lambda_{кр} = 0,34$  и  $\lambda_{кр} = 0,408$  (для  $p \leq 0,05$  и  $p \leq 0,01$  соответственно) находится в зоне значимости. Следовательно, принимается альтернативная гипотеза  $H_1$ .

Таким образом, выявлен ряд причин, из-за которых возникает несоответствие по времени в ходе выполнения производственных операций.

Для комплексного решения проблемы необходимо провести централизацию управления производственными процессами предприятия. Для выполнения этой задачи возможно применение практической программы революционных преобразований предприятия, именуемую также как 20 ключей Кобяси. Данная методика не только рассматривает предприятие с точки зрения 20 ключевых направлений совершенствования, но и позволяет создать производственную систему, быстро реагирующую на внешние воздействия.

Таблица 2

### 20 ключей Кобяси

Ключи	Проблема	Решение
Упорядочение	На пересечениях технологических магистралей расположены склады незавершенной продукции	Организация системы хранения, интегрированной в индивидуальное рабочее место работников цеха упаковки
Совершенствование вертикальной структуры управления. Управление по целям	Отсутствие должности для выполнения функции технического контроля в технологическом пространстве цеха ОТК и упаковки	Назначение руководителя цеха ОТК и упаковки

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Ключи	Проблема	Решение
Командная работа	Ввиду отсутствия взаимодействия между сотрудниками линейного, функционального и высшего уровней затруднено выдвижение предложений по усовершенствованию	Разработка бланков предложения и обратной связи для сотрудников линейного уровня с целью стимулирования инициативы выдвижения предложений
Сокращение запасов незавершенной продукции	Операции упаковки попарно согласованы с операциями технического контроля, что приводит к перепроизводству упаковки во избежание простоев. Наблюдается скапливание незавершенной продукции – заготовок коробок – на рабочих столах	Реорганизация рабочего процесса таким образом, что операции, выполняемые одной упаковщицей, согласовались с операциями, выполняемыми двумя контролерами ОТК. Таким образом, ввиду полной занятости упаковщицы не происходит производства незавершенной продукции
Технология быстрой переналадки оборудования	Закрепление за одним сотрудником более одной единицы оборудования	Построение математической модели потока производства как основы для проведения мероприятий по реорганизации рабочей зоны
Усовершенствование производственных операций	Отсутствие стратегического планирования усовершенствований	Внедрение карты усовершенствования процессов
Производство без постоянного присмотра	Остановка производственной деятельности во время обеденного перерыва	Установление индивидуальных графиков обеденного перерыва
Промежуточные накопители между смежными организационно-технологическими участками	Возникновение технологических простоев участков ОТК по причине малой мощности потока швейного цеха	Обеспечение бесперебойной работы участков путем анализа технологической схемы
Техническое обслуживание оборудования	Выход из строя технологической оснастки в процессе производства	Введение периодического осмотра оборудования на предмет дефектов технологической оснастки
Регламент труда и отдыха	Снижение производительности труда ввиду нарушения концентрации внимания	Проведение мероприятий по производственной гимнастике
Система обеспечения качества	Процесс производства каждого цеха подчинен выполнению плана по объему производства без учета обеспечения качества продукции	Использование процессного подхода, где каждое следующее структурное подразделение в технологическом процессе воспринимается как внутренний потребитель результата процесса производства предыдущего подразделения
Помощь поставщикам в повышении эффективности производственной системы	Выявление несоответствий в ходе проведения входного контроля поставленной продукции	Проведение технологического консалтинга поставщиков
Устранение непроизводительных затрат	Наличие большого количества непроизводительных затрат в процессе упаковки	Создание карты потока создания ценности и диаграммы спагетти
Создание благоприятных условий для само-	Отсутствие вовлеченности персонала линейного уровня в процесс	Создание внешних условий для проведения работы по оперативному

## МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Ключи	Проблема	Решение
стоятельной работы по усовершенствованию	внедрения нововведений	внедрению нововведений, например, уголка усовершенствований
Совмещение профессий	Узкая специализация сотрудников по выполнению операций	Расширение областей специализации сотрудников
Управление производственно-технологическими процессами	Несоответствие времени такта производства цехов производственному план-графику	Расчет загрузки оборудования и трудоемкости производства каждой модели, построение производственного план-графика в соответствии с расчетами
Управление повышением производительности труда	Отсутствие учета трудоемкости выполняемых работ, не установлены трудовые нормы по видам деятельности	Расчет трудоемкости работ, разработка и периодический пересмотр нормативов. Довести до сведения сотрудников график увеличения производительности работ
Компьютеризация и автоматизация	Малая доля автоматизации и компьютеризации предприятия	Планомерное увеличение количества автоматических станков
Энерго- и ресурсосбережение	Функционирование осветительных приборов в нерабочее время	Развертывание кампании по энергосбережению среди персонала
Характеристические и новые технологии	Разный уровень технической оснащенности цехов предприятия	Составление долгосрочного плана технического развития предприятия

### Практическая значимость

Модель диспетчеризации производства может использоваться для оценки, анализа и последующего совершенствования процессов предприятия технологами производственных цехов, а также при проведении реинжиниринга бизнес-процессов предприятия и планировании производства. Благодаря своей универсальности модель может применяться во многих отраслях промышленности.

### Заключение

Таким образом, диспетчеризация процессов является заключительным этапом планирования производственной деятельности, обеспечивая непрерывный контроль за выполнением производственных планов и графиков и координируя работу связанных между собой подразделений.

На основе предложенной модели диспетчеризации могут быть созданы программные продукты, создающие имитационные модели для проверки различных заложенных в программе сценариев. Так, возможно воздействие на моделируемый технологический участок по алгоритму в случае отклонения от заданных параметров.

### Список источников

1. *Кобаяси И.* 20 ключей к совершенствованию бизнеса. Практическая программа революционных преобразований на предприятии / Пер. с япон. А. Н. Стерляжникова. М.: РИА «Стандарты и качество», 2006. 248 с.
2. *Орлов А. И.* Метод проверки гипотез по совокупности малых выборок и его применение в теории статистического контроля // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104.
3. *Требеньков Е. С., Гольдштейн А. Л.* Система оперативной диспетчеризации производств // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 4.
4. *Тушавин В. А.* Информационные технологии и интегрированные системы менеджмента качества // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сб. докладов. СПб., 2015. С. 86–89.



5. *Гамалей Д. М., Филько И. В.* Планирование производства продукции в условиях конкурентной среды // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. № 8.
6. *Козина Е. В.* Практическая программа революционных преобразований «20 ключей» – современный подход к модернизации предприятий // Науковедение. 2016. Т. 8. № 2.
7. *Фролов В. П.* Концепция бережливого производства как современная концепция организации труда работников предприятия // Вестник евразийской науки. 2022. № 2.
8. *Бакиев С. Л.* Теоретические аспекты бережливого производства // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2019. № 10.
9. *Пригоровская Т. Н., Кондрашева Н. Н.* Организация бережливого производства на промышленном предприятии // Проблемы экономики и менеджмента. 2017. № 4.
10. *Лодянова Е. А.* Долгосрочное планирование для эффективного управления деятельностью предприятий // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 10–2.

УДК 629.33

**Л. И. Седин**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качеств

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ДВС И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

### Введение

Сложно представить наш мир без автомобилей, на данный момент на нашей планете эксплуатируются более 1,5 миллиарда автомобилей, включая легковые и коммерческий транспорт. С 2010 по 2022 годы продано свыше миллиарда легковых автомобилей (рис. 1), включая автомобили с ДВС, гибриды и электрокары (табл. 1). Последние годы идет тренд во всем мире на производство и покупку электромобилей. Одной из причин называют высокий КПД от 80 до 90 %, что очень далеко автомобилям с ДВС.

Таблица 1

**Ежегодная динамика продаж легковых автомобилей в мире**

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Продано, млн шт.	68,9	71,9	78,8	81,8	84,5	86,9	90,9	92,6	92,5	88,9	76,5	79,8	78,8

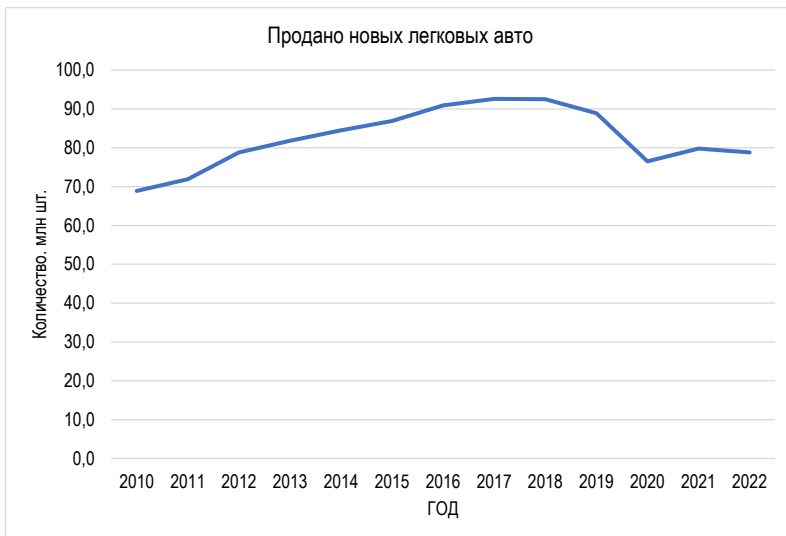


Рис. 1. Продано новых легковых автомобилей

Вопрос о том, какой тип двигателя более эффективен, ДВС или электрический, находится в центре внимания многих исследований и дискуссий. Одним из ключевых факторов, влияющих на ре-

шение, является соотношение КПД (коэффициент полезного действия) на полном цикле доставки топлива (табл. 2).

По некоторым заявлениям КПД электромобиля доходит до 90 %, а у автомобилей с ДВС от 30 до 40 % (в зависимости от типа топлива). То есть разница между силовыми установками составит от 40–60 %. Может быть если считать конкретно двигателя то та и было бы ,но в этом расчете не учитывается доставка энергетического ресурса до автомобиля, потери при транспортировке и т. д. Разница заключается в том, что автомобили с ДВС сами потребляют топливо и вырабатывают электричество, в то время как электромобиль сначала нужно этой энергией заправить. У автомобиля с ДВС путь начинается с добычи нефти – переработка – производства – последующие использование (рис. 2).

Таблица 2

Расчет КПД для автомобиля с ДВС по этапам

Этап	КПД на этапе, %	Оставшийся КПД, %
Добыча нефти (А)	80–90	85
Переработка (В)	80–90	72
Производство топлива (С)	70–80	54
Использование в автомобиле (D)	30–40	19

Используется среднее значение на каждом этапе:

$$\text{КПД(ДВС)} = A * B * C * D = 85 \% * 85 \% * 75 \% * 35 \% = 19 \%$$

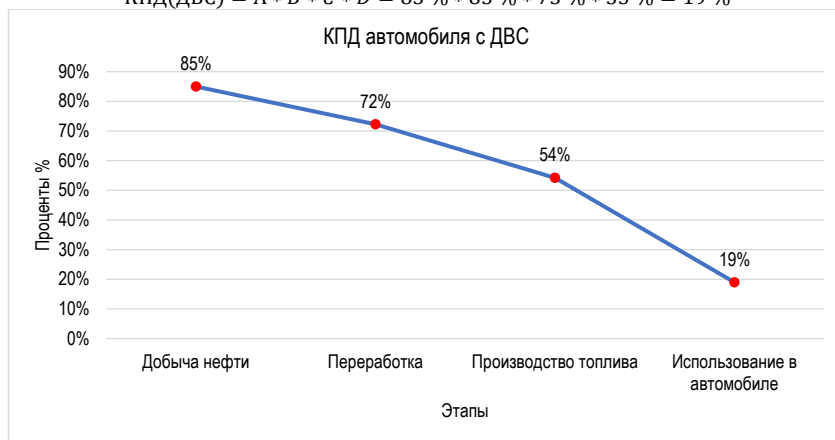


Рис. 2. КПД автомобиля с ДВС

У электромобиля путь начинается с генерации станцией электричества это может быть ТЭС (используют природные ископаемые, газ или уголь в основном), АЭС (использует уран для начала химической реакции и выработки энергии), ГЭС (использует силу воды для выработки энергии), а также станции перерабатывающие солнечный свет и ветер в энергию – производство энергии на одно из станций – передача энергии по проводам и конвертация энергии для возможности использования – зарядка автомобиля электричеством – последующие использование (рис. 3). Для расчета будет браться средний показатель у ТЭС, так как станций подобного типа производят более 60 % всего электричества, а их КПД составляет от 30–40 % (табл. 3).

## Расчет КПД для электромобиля по этапам

Этап	КПД на этапе, %	Оставшийся КПД, %
Генерация электроэнергии (А)	30–60	35
Передача и распределение электроэнергии (В)	90–95	32
Зарядка электромобиля (С)	90–95	30
Использование в электромобиле (D)	80–90	25

Используется среднее значение на каждом этапе (кроме А):

$$\text{КПД(ДВС)} = A * B * C * D = 35\% * 92,5\% * 92,5\% * 85\% = 25\%$$

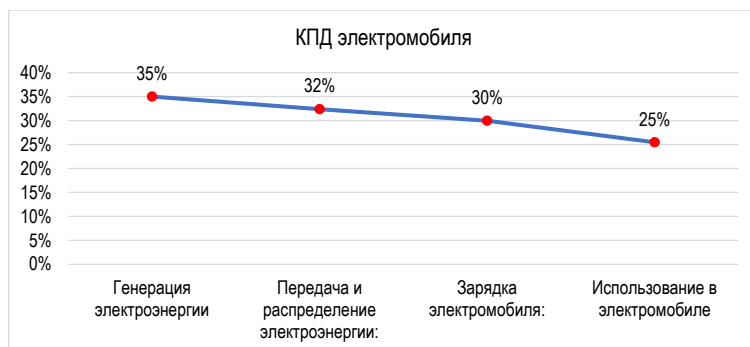


Рис. 3. КПД электромобиля

Каждый из циклов был специально разделен на 4 этапа для удобства сранения (рис. 4).

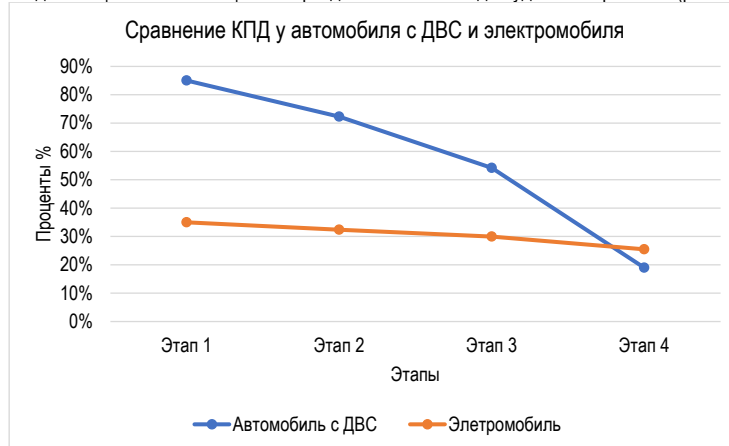


Рис. 4. Сравнение КПД у автомобиля с ДВС и электромобиля

### Заключение

Общий КПД цикла производства электричества для электромобилей может быть достигнут на уровне около 20–30 %, что в целом выше, чем у автомобилей с ДВС. Это связано с тем, что в производстве топлива для автомобилей с ДВС теряется значительная часть энергии в виде тепла и отходов, а также с низким КПД двигателя с внутренним сгоранием. Вместе с тем, общий КПД цикла производства электричества для электромобилей также не является идеальным, так как на каждом этапе происходят потери энергии. Разница между электромобилями и автомобилями с ДВС получилась в размере 6 %, что значительно меньше, чем заявленная разница в 40–60 %

В тоже время двигатели с ДВС сам способен вырабатывать электричество из топлива, перерабатывая его в энергию для движения тем самым имеет КПД 35 %, в отличие от электромобилей, для которых нужно пройти весь цикл получение и преобразования энергии для движения, КПД которого составляет 25 %

### Список источников

1. Бежик А. А., Свищев А. В. Электромобиль как объект исследования: перспективы развития в качестве нового вида экологичного транспорта // *E-Scio*. 2021. N10 (61). P. 422–438.
2. Погорелов А. В., Саввин Н. Ю., Жиленков А. В. Повышение энергоэффективности в теплоэнергетическом комплексе // *Наукоемкие технологии и инновации*. 2021. С. 405–413.
3. Получение энергии на электростанциях, работающих от невозобновляемых источников. URL: <https://extxe.com/22357/poluchenie-jenergii-na-jelektrostancijah/> (дата обращения: 05.03.2023).
4. Статистика продаж автомобилей в мире. URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/> (дата обращения: 01.03.2023).
5. Данные Автостата – Глобальный авторынок. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/47393/> (дата обращения: 02.03.2023).
6. Откуда берется электричество и КПД электромобилей. URL: <https://smart-lab.ru/blog/412162.php> (дата обращения: 06.03.2023).

УДК 539.12

**Д. А. Селиванов**

обучающийся ГБОУ «СОШ № 684 Берегиня»

**Д. В. Копытина**

магистрант ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**Н. А. Абоева**

педагог-организатор

### ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Актуальность данной работы заключается в том, что в настоящее время используется достаточно широкий парк диагностического ультразвукового оборудования, который имеет различные характеристики и методы обработки первичной информации. Развитие приборного обеспечивает удобство работы с оборудованием, повышение чувствительности контроля и обработки данных. При этом требования нормативной документации к объемам неразрушающего контроля одинаковые независимо от того какое применяется оборудование. Таким образом, эффект от развития приборного парка сводится только к улучшению условий труда.

Новизна исследования заключается в теоретическом и практическом изучении метода ультразвукового контроля. На основании изучения приборного парка выявить основные достоинства и недостатки ультразвукового оборудования, включая современное, и сопоставить их с возможностями альтернативных (дублирующих методов) для разработки предложения оптимизации объемов неразрушающего контроля сварных соединений.

Существуют различные виды дефектоскопов и их модернизации. Ультразвуковые приборы можно разделить на две основные группы: толщиномеры и дефектоскопы.

В зависимости от области назначения различают ультразвуковые дефектоскопы общего и специального назначения; для ручного и автоматизированного контроля. Дефектоскопы общего назначения используются для контроля самой разнообразной продукции. Специализированные дефектоскопы предназначены для решения узкоцелевых задач.

Аппаратура для ультразвукового контроля состоит из электронного блока – дефектоскопа, набора преобразователей для излучения и приема ультразвуковых колебаний, а также вспомогательных устройств.

Ультразвуковые преобразователи – это устройства, которые генерируют и/или воспринимают ультразвуковую волну.

По конструкции преобразователи подразделяют на совмещенные и отдельно-совмещенные. В совмещенных преобразователях пьезоэлемент служит излучателем и приемником, а отдельно-совмещенные имеют два пьезоэлемента в одном корпусе.

Ультразвуковые преобразователи различают по видам: прямые – излучающие в изделие волны перпендикулярные поверхности (толщиномеры) и наклонные, с помощью которых ультразвуковая волна проходит в изделии под углом к его поверхности.

В современном ультразвуковом оборудовании широко применяют датчики, состоящие из множества пьезоэлектрических элементов, комбинация которых называется «фазированной решеткой». Обычно количество отдельных элементов варьируется от 16 до 256. Принцип работы, фазированной решетки заключается в последовательном возбуждении элементов, из которых состоит преобразователь по запрограммированной схеме. Технология фазированных решеток основывается на генерации ультразвукового луча и диаграммы приема ультразвуковых сигналов, с возможным изменением его параметров (угла наклона, фокального расстояния, размер фокуса) с помощью программного обеспечения. Эта возможность открывает ряд новых возможностей в области ультразвукового контроля, например, быстрого изменения угла ввода луча для проведения контроля детали без изменения поло-

жения самого датчика, повышения разрешающей способности контроля, снижение влияния пространственной ориентации дефекта, возможность получения изображения дефекта в реальном времени.

Использование оборудования, работающего на фазированных решетках, является перспективным направлением развития ультразвукового контроля и позволит оперативность и информативность контроля путем введения новых схем прозвучивания и методов обработки сигналов (томография).

Повышение точности измерения дефектов по высоте и глубине залегания и качества их идентификации, которое не обеспечивается применением технологий ручного ультразвукового контроля, может быть реализовано путем применения дифракционно-временного метода контроля (TOFD – метод) при котором используется два преобразователя с одной стороны детали, расположенные друг напротив друга. Если дефект имеет острые кромки (как, например, трещины) то ультразвуковые колебания дифрагируют на концах дефекта и отражаются во все стороны, в том числе и в сторону приемника. Дефектоскоп регистрирует время прихода обоих импульсов при их достаточной амплитуде. На экране дефектоскопа одновременно отображаются оба сигнала от верхней и нижней границ дефекта, что позволяет достаточно точно определить условную высоту дефекта.

Вне зависимости от вида, принципа, аппаратной реализации и других различий между методами неразрушающего контроля, все методы можно сравнить по одной из основных дефектоскопических характеристик – чувствительности, характеризующей способность метода выявлять наименьшего размера дефекты. Сравнительные данные по чувствительности традиционно используемых методов контроля приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики основных методов неразрушающего контроля**

I. Метод контроля	I. Наименьшие размеры выявляемого дефекта, мм		
	II. Ширина (раскрытие)	III. Глубина (высота)	IV. Длина
II. Визуальный и измерительный	V. 0,1	VI. -	VII. 2,0
III. Проникающими веществами	VIII. 0,001-0,05	IX. 0,01-0,05	X. 0,3–1,0
IV. Магнитный	XI. 0,001	XII. 0,01-0,05	XIII. 0,1-0,1
V. Радиографический	XIV. 0,1	XV. 1,5–3 % от толщины	XVI. 1,0–2,0
VI. Ультразвуковой	XVII. 0,0005-0,001	XVIII. 0,1-0,3	XIX. 1,0–2,0

Методы дефектоскопии, такие как контроль проникающими веществами или магнитный контроль, применительно не претерпели существенного изменения в развитии, заняв определенную узкую нишу по их применимости, то для ультразвукового и радиографического методов появились значительные перспективы. С использованием современных технологий значительно возросла чувствительность ультразвукового и радиографического контроля.

Для выявления внутренних дефектов в особо ответственных сварных соединениях в соответствии с требованиями нормативной документации применяются ультразвуковой и радиографический методы контроля одновременно. Применение обоих методов контроля позволяет компенсировать недостатки каждого метода и максимально исключить пропуски критических дефектов. Ультразвуковой контроль наиболее эффективно выявляет плоскостные дефекты с малым раскрытием (трещины), а радиографический метод – позволяет более точно определять объемные дефекты (поры, шлаковые включения). При этом следует отметить, что ультразвуковые томографы позволяют определять истинные размеры дефектов и несколько не уступают радиографическим методам контроля.

По результатам выполненной работы можно сделать вывод, что современные технологии ультразвукового контроля обеспечивают на требуемом уровне выявляемость внутренних дефектов и могут применяться как основной метод неразрушающего контроля без использования дополнительного радиографического метода.

В продолжение данной работы предлагается провести исследования характеристик современных ультразвуковых дефектоскопов-томографов и по результатам проведенного исследования внести в нормативно-техническую документацию соответствующие изменения в части оптимизации объемов неразрушающего контроля.

**Список источников**

1. *Алешин Н. П., Щербинский В. Г.* Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий. М.: Высшая школа, 1991. 273 с.
2. ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
3. ГОСТ 30242-97. Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения.
4. ГОСТ Р ИСО 17637-2014. Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением.
5. *Ермолаев И. Н., Лянге Ю. В.* Ультразвуковой контроль. Т. 3. М.: Машиностроение, 2004. 864 с.
6. *Самокрутов А. А., Шевалдыкин В. Г.* Ультразвуковая эхо-томография металлоконструкций. Состояние и тенденции. Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. № 1. С. 50–59.



УДК 629.735.45

**А. С. Сероокий**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Д. А. Кузнецов**

студент кафедры эксплуатации и управления аэрокосмическими системами

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛОЩАДИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ДЛЯ МАРСИАНСКИХ БПЛА

Последняя миссия на Марс (посадка и эксплуатация марсохода Perseverance) доказала возможность практического применения новой технологии освоения планет – полета роторного летательного аппарата [1]. Рассмотрим методику расчета площади несущего винта, необходимой для совершения горизонтального полета над марсианской поверхностью.

Из всех планет Солнечной системы, за исключением Земли, Марс является наиболее исследованной. Интерес к изучению его поверхности не угасает уже больше пяти десятков лет. Однако несмотря на непрекращающиеся усилия различных космических агентств, к ноябрю 2022-го года все марсоходы, когда-либо совершавшие успешную посадку на Марс, в общей сложности прошли расстояние, приблизительно равное всего 95 километрам [2]–[4]. Столь малое расстояние связано, прежде всего, со сложностями навигации по поверхности Марса. Любое препятствие грозит опасностью поломки марсохода или его застревания, оба исхода – катастрофа для аппарата. Поэтому каждое движение марсохода должно быть согласовано с центром управления, что приводит к низким средним скоростям.

Потенциальное решение этой проблемы весьма неочевидно, так как необходимость в планировании сложных траекторий для обхода препятствий пропадает, если научный аппарат находится в полете над марсианской поверхностью. Система автопилота, подобная тем, что встречается в современных земных БПЛА (беспилотных летательных аппаратах), даст марсианскому аппарату в несколько раз больше автономии.

Единственный в своем роде марсианский вертолет Ingenuity обладает соосной двухвинтовой компоновкой винтов [1], следовательно, в условиях космического полета, когда главным ограничивающим фактором является масса аппарата, а также при относительной простоте конструкции и компоновки этот выбор является наиболее подходящим для марсианского БПЛА, поэтому расчет в этой работе произведен именно для такой конструкции.

Подъемная сила его нижнего винта взята за 75 % подъемной силы, генерируемой верхним винтом, что является типичным значением для данной компоновки [5]. Тогда условие горизонтального полета выражается уравнением [6]:

$$4Y + 0,75 \times 4Y = m_{взл} g_M \quad (1)$$

где  $Y$  – подъемная сила, генерируемая одной лопастью верхнего винта;  $m_{взл}$  – взлетная масса БПЛА;  $g_M$  – ускорение свободного падения у поверхности Марса ( $g_M = 3,721 \text{ м/с}^2$ ) [7].

В качестве профиля лопастей взят стандартный профиль Жуковского. Угол атаки лопасти менялся от  $18^\circ$  у основания до  $2^\circ$  на законцовке (оконечной части крыла).

Расчет подъемной силы лопасти производился по формуле подъемной силы для обтекаемого тела [6]:

$$Y = C_y \frac{\rho_M \times v_n^2}{2} S_n, \quad (2)$$

где  $C_y$  – коэффициент подъемной силы;  $\rho_M$  – плотность атмосферы Марса у поверхности ( $\rho_M = 0,02 \text{ кг/м}^3$ ) [7];  $v_n$  – линейная скорость вращения лопасти;  $S_n$  – площадь лопасти.

Расчитаем площадь лопасти в упрощенном виде (основание составляет одну десятую радиуса):

$$S_n = 0,1 \times R_n^2, \quad (3)$$

где  $R_n$  – радиус лопасти.

Так как угол атаки лопасти меняется от основания до законцовки, меняется и коэффициент подъемной силы  $C_y$ . Согласно поляре\*<sup>12</sup>профиля Жуковского [7] (рис. 1) при угле атаки  $18^\circ$  коэффициент подъемной силы лопасти составляет 1,3, а при угле атаки в  $2^\circ$  – 0,3.

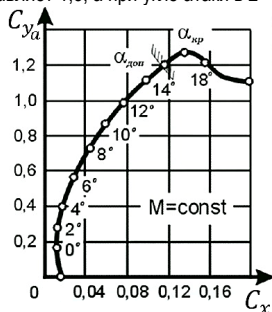


Рис. 1. Поляра Жуковского

От основания до законцовки меняется линейная скорость по известной формуле:

$$v_{л} = \omega R_{л}, \tag{4}$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения лопасти.

Таким образом, в формуле (2) имеются два параметра ( $v_{л}$ ,  $C_y$ ) меняющиеся в зависимости от радиуса. Для корректного вычисления необходимо задать угловую скорость вращения и радиус лопасти. Возьмем  $\omega=700$  Гц, а  $R_{л}=3$  м – для наглядности. С помощью программы MathCAD была выявлена функциональная зависимость линейной скорости лопасти от коэффициента подъемной силы, представленная на рис. 2.

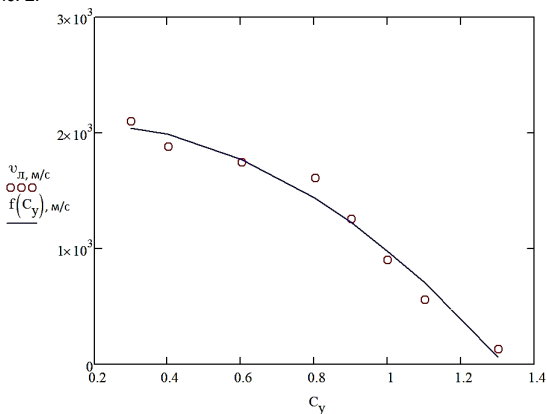


Рис. 2. График функциональной зависимости линейной скорости  $v_{л}$  от коэффициента подъемной силы  $C_y$

\*Поляра – это графическая зависимость коэффициента подъемной силы ( $C_y$ ) и коэффициента лобового сопротивления ( $C_x$ ) от различных углов атаки. Каждая точка кривой соответствует определенному углу атаки, который часто обозначается на графике в виде параметра [6].

На представленном графике кружочками обозначены промежуточные значения  $v_n$ , по которым проводилась аппроксимация, а функция  $f(C_y)$  выражает зависимость  $v_n$  от  $C_y$  и обозначена сплошной кривой.

Найденная функция  $f(C_y)$  выражается уравнением:

$$f(C_y) = k_0 + k_1 C_y + k_2 C_y^2, \quad (5)$$

где  $k_0, k_1, k_2$  – вычисленные коэффициенты функции;  $k_0=2046, k_1=460,301; k_2=-1526$ .

Следовательно, произведение меняющихся параметров можем вычислить как площадь под графиком функции  $f(C_y)$ :

$$v_n C_y = \int_{0,3}^{1,3} (k_0 + k_1 C_{ya} + k_2 C_y^2) dC_y. \quad (6)$$

Проделав необходимые математические преобразования, получим формулу для расчета в первом приближении площади несущего винта для марсианских БПЛА:

$$S_n = 0,1 R_n^2 = \frac{2 m_{взл} g_M}{\tau_{D_M} \int_{0,3}^{1,3} (k_0 + k_1 C_y + k_2 C_y^2) dC_y}. \quad (7)$$

Таким образом, выведена формула для расчета в первом приближении площади несущего винта БПЛА для эксплуатации в условиях Марса.

#### Список источников

1. *Примак Л. Д., Плехоткина Г. Л.* Первый летательный аппарат на Марсе // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сб. науч. статей. СПб.: ГУАП, 2022. С. 84–86.
2. Every rover, ranked by distance traveled on the moon and Mars. URL: <https://mashable.com/article/moon-mars-rover-distance-driven> (дата обращения: 16.11.2022).
3. Where is Curiosity? URL: <https://mars.nasa.gov/msl/mission/where-is-the-rover/> (дата обращения: 16.11.2022).
4. Where is Perseverance? URL: <https://mars.nasa.gov/mars2020/mission/where-is-the-rover/> (дата обращения: 16.11.2022).
5. *Проскурин В. Д.* Расчет параметров вертолета на этапе предварительного проектирования: учеб. пособие. Оренбург: ОГУ, 2014.
6. *Краснов Н. Ф.* Аэродинамика. Ч. 1: Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла.
7. Overview – Mars. URL: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/> (дата обращения: 16.11.2022).

УДК 004.057.4

**А. И. Соловьев**

студент кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

**Е. А. Токмакова**

студентка кафедры вычислительных систем и сетей

**Д. В. Бутенина**

кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

## ПРОТОКОЛ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ ДЛЯ СВЯЗИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ МЕЖДУ СОБОЙ

### Введение

В настоящий момент нет возможности связать все базовые станции и космические аппараты в единую самоорганизующуюся сеть. Нынешние сети построены по иерархическому принципу, но все большую актуальность получают протоколы самоорганизующихся сетей.

Современные протоколы связи космических аппаратов (КА) чаще всего опираются на стандарты, разработанные Международным Консультативным Комитетом по космическим системам передачи данных (Consultative Committee for Space Data Systems – CCSDS) (рис. 1) [1], подчиняющейся стандартам сетевой модели OSI/ISO [2], [3].

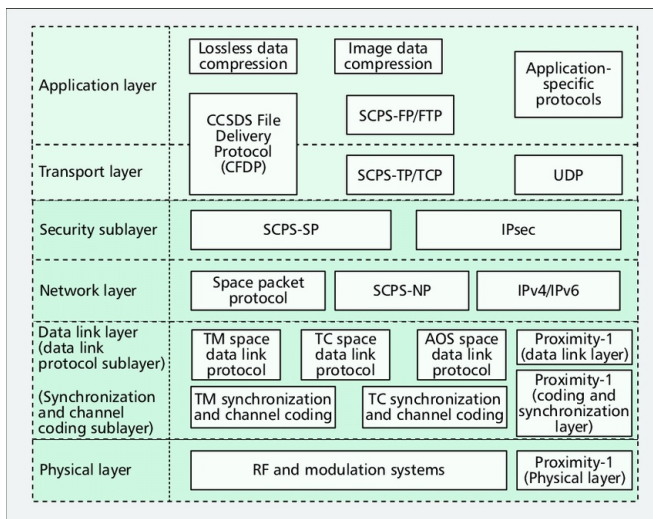


Рис. 1. Архитектура протокола CCSDS: протоколы более высокого (светло-зеленый) и нижнего уровня (темно-зеленый)

Этот подход имеет массу преимуществ:

- 1) большое сообщество специалистов космической отрасли, работающих по тем же стандартам, что позволяет в случае необходимости обратиться к ним за помощью;
- 2) большое количество наземных станций и аппаратуры, поддерживающих эти стандарты;
- 3) большое количество научных работ, написанных по этим стандартам;
- 4) стандарты CCSDS написаны ведущими специалистами отрасли из многих стран мира, что говорит об их оптимальности.

### Материалы и методы

Для связи космических аппаратов и наземных станций между собой был применен протокол Алина, разработанный выпускником бакалавриата СПбГУАП Соловьевым А. И. под руководством Вострикова А. А. для связи устройств в условиях слабого покрытия сотовой и иных сетей связи [4]. В рамках работы было произведено первичное моделирование и испытание протокола Алина, показавшее его работоспособность и необходимость его дальнейшей модернизации для использования в различных сферах.

Суть протокола Алина заложена в его названии, которое является нотарионом от английских слов All in All (Al'inA"), в буквальном переводе – «Все во Все». Это означает, что все участники сети хранят и передают информацию всех участников сети.

Протокол Алина работает на втором, канальном (Data Link) (рис. 2), уровне модели OSI/ISO и может быть реализован на любых достаточно сложных устройствах, расположенных в случайном порядке в пространстве без возможности постоянной связи между собой. При этом, в отличие от аналогов, протоколу Алина не требуется построение маршрутов, так как все участники сети передают информацию всем участникам сети, которые их слышат, вне зависимости от их местоположения. В этом состоит особенность способа самоорганизации этого протокола.

Семиуровневая модель OSI	
7	Прикладной уровень (application layer)
6	Уровень представления (presentation layer)
5	Сеансовый уровень (session layer)
4	Транспортный уровень (transport layer)
3	Сетевой уровень (network layer)
2	Канальный уровень (data link layer)
1	Физический уровень (physical layer)

Рис. 2. Уровни модели OSI/ISO

Теоретическая основа протокола Алина состоит в следующем:

- каждый участник сети получает свой порядковый номер;
- время всех участников сверяется (оно должно быть одинаковым, с минимальными погрешностями, у всех участников сети);
- определяется интервал времени «вещания» (для этого, например, минута делится на количество участников);
- в каждое устройство-участника сети вносится количество всех участников.

После выполнения всех вышеуказанных пунктов сеть запускается, и устройства сети начинают передавать в радиозэфир имеющуюся у них информацию каждую минуту, причем каждое устройство строго в свой промежуток времени.

В остальные промежутки времени, которые выделены для других участников сети, устройство находится в состоянии «слушаю», стараясь принять информацию от других участников сети, если удастся, обновить информацию в своей памяти, которая в свою очередь представляет собой таблицу, где хранится вся актуальная информация обо всех участниках сети.

### Результаты

Исследование протокола связи Алина проводилось на экспериментальной программной модели, написанной на языке программирования C++. Блок-схема алгоритма работы протокола приведена на рис. 3.

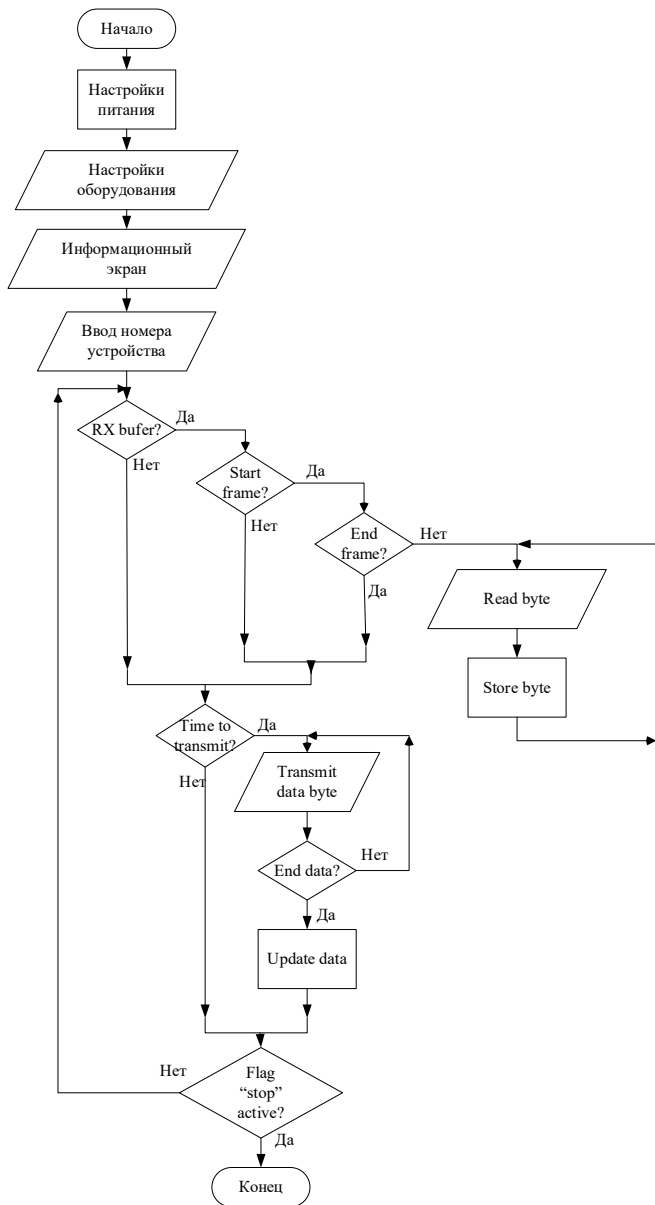


Рис. 3. Блок-схема работы протокола связи Алина

У протокола Алина две основные функции: передача и прием данных, которые реализованы в соответствующих методах.

Метод приема данных «recieveNewData» активируется, когда будет найден стартовый фрейм говорящего. Протоколом гарантируется, что говорить одновременно может только один участник сети, благодаря чему будет принята не «каша» из нескольких фреймов, а стартовый фрейм только одного участника.

Для симуляции работы протокола Алина, используется генератор псевдослучайных чисел:

```
void recieveNewData () {
    for (int i=0; i < archerCount; i++) {
        if (i != myNumber)
            {
                ownData[i]. time=RTCtime () + (rand () % 800);
                for (int k=0; k < dataLenght; k++)
                    ownData[i]. data[k]=rand () % 128;
            }
        cout << «NEW DATA HAS RECEIVED !» << '\n';
        for (int i=0; i < archerCount; i++) {
            printArcherData (ownData[i]);
        }
    }
}
```

Метод нахождения старта «findAStart» определяет символ совпадения от передатчика, после чего идет отсчет времени.

Этот метод необходим, чтобы приемник не начал принимать данные с середины сообщения, потеряв его начало. Сперва находится начало сообщения, которое сопоставляется с началом блока, только после чего данные записываются в память устройства:

```
bool findAStart () {
    if (rand () == 0 && (std::clock () % 10 == 3)) {
        return true;
    }
    else {
        return false;
    }
}
```

Метод «transmit» реализует передачу данных. В данной симуляции данные передаются линейно. При реализации на аппаратном уровне в коде для микроконтроллера это должен быть запрос к аппаратному передатчику:

```
int transmit () {
    if (timeToTransmit ()) {
        for (int i=0; i < archerCount; i++)
            printArcherData (ownData[i]);
        cout << «data HAS transmit» << '\n';
        std::this_thread::sleep_for (std::chrono::seconds (2)); //time to look a result of transmitting
    }
    return 0;
}
```

Исследование протокола связи Алина проводилось на экспериментальной программной модели, написанной на языке программирования C++ в среде разработки «Visual Studio» (рис. 4).

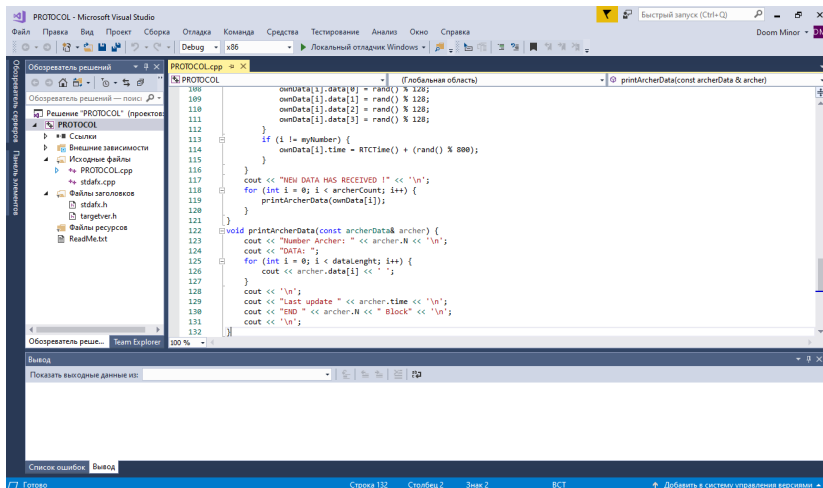


Рис. 4. Среда разработки «Visual Studio»

### Обсуждение

Самоорганизация протокола Алина происходит благодаря тому, что все участники сети «слушают» весь эфир, записывают всю информацию, которую слышат, и стараются передать все услышанное всем участникам. Благодаря этому нет необходимости строить маршруты, так как данные, как «слухи», распространяются от одного участника сети к другому. При этом у устройств есть возможность «подтвердить» достоверность передачи данных, благодаря тому, что данные, которые они передали, будут переданы также и другими участниками сети.

Таким образом, главным преимуществом протокола Алина является возможность использовать его в любых затрудненных для связи условиях. Кроме того, протокол Алина позволяет с большей вероятностью сохранить данные каждого участника сети, так как, пока хотя бы один участник остается онлайн, у него имеются данные всех участников.

### Список источников

1. CCSDS protocol architecture. URL: [https://www.researchgate.net/figure/CCSDS-protocol-architecture-higher-light-blue-and-lower-layer-protocols-dark-blue\\_fig1\\_225005828](https://www.researchgate.net/figure/CCSDS-protocol-architecture-higher-light-blue-and-lower-layer-protocols-dark-blue_fig1_225005828) (дата обращения: 02.02.2023).
2. Немного о стандартах космической связи. URL: <https://habr.com/ru/post/458884/> (дата обращения: 20.01.2023).
3. The OSI model explained and how to easily remember its 7 layers. URL: <https://www.networkworld.com/article/3239677/the-osi-model-explained-and-how-to-easily-remember-its-7-layers.html> (дата обращения: 21.01.2023).
4. Соловьев А. И., Востриков А. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: ГУАП, 2021. 33 с.
5. Сергеев А. Н., Востриков А. А. Мобильная система сбора информации от пользователей в сложных условиях распространения радиосигнала. СПб.: ГУАП, 2019. 125 с.
6. Страуструп Б. Язык программирования C++. Специальное издание. М.: Бинум, 2012. 1135 с.



УДК 658.51

**В. Р. Тарасова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УПАКОВКИ НА ОСНОВАНИИ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

### Введение

В условиях современной экономики стремительно набирает популярность концепция бережливого производства, так как основная задача предприятий состоит не только в том, чтобы сохранить конкурентное преимущество, но и поддержать положительную динамику роста. Достижение упорядоченного и эффективного процесса упаковывания одна из основных целей любого руководителя производства, так как именно здесь обеспечивается безопасность транспортной логистики и заканчивается производственный цикл. Именно поэтому так важно находить индивидуальные решения, предназначенные для оптимизации процесса упаковки, с учетом производственных показателей.

А посредством внедрения на предприятиях инструментов и принципов бережливого производства можно обеспечить качественно новый уровень эффективности и конкурентоспособности продукции. Применение концепции бережливого производства в любой организации позволяет достичь значительного повышения эффективности работы и сокращения потерь. Поэтому актуальность внедрения бережливого производства в стратегию развития является насущной темой в настоящее время.

Выпуская качественные изделия, компания получает выгоду в виде роста объемов реализации и рентабельности, улучшения имиджа, дает возможность занять большую часть рынка, получить более высокую прибыль за счет сокращения издержек.

### Материалы и методы

Целью исследования является повышение эффективности процесса упаковки на основании внедрения элементов бережливого производства. Для достижения цели были решены следующие задачи:

- анализ элементов существующей системы процесса упаковки на производстве;
- анализ элементов бережливого производства, реализуемых в условиях отечественного производства;
- разработка методики повышения эффективности процесса упаковки для структурирования производственных процессов и минимизации издержек;
- оценка результативности на существующей модели.

В исследовании использовались основные инструменты контроля качества процесса. Их применение было необходимо для разбора процесса упаковки и применения полученных данных с целью повышения производительности и задействования положительных ресурсов.

Прежде всего, необходимо применить методику PDCA. Методология представляет собой простейший алгоритм действий руководителя по управлению процессом и достижению его целей. Цикл позволяет создать простую логическую последовательность действий и требований к ним, чтобы в дальнейшем была возможность оценить проделанную работу.

Цикл состоит из четырех основных шагов:

- 1) планируй (Plan). Сначала анализ процесса, нахождение проблемных точек процесса и определение методов и сроков от их избавления. Необходимо оптимизировать производство за счет минимизации издержек;
- 2) делай (Do). Переналадить систему согласно новому плану и не нарушать условий;
- 3) проверь (Check). Провести мониторинг системы после внедрения новых инструментов.
- 4) внедряй (Act). Продолжать усовершенствование процесса и вводить соответствующие корректировки.

Повторяющаяся реализация цикла позволит безошибочно определить проблемные области и обеспечит процесс необходимыми ресурсами и создаст возможности для их применения.

Исследование началось с анализа составляющих элементов уже существующего процесса упаковки, характерного для подавляющего количества производств. Таким образом, были выделены шесть основных операций: подача тары или упаковочного материала; подготовка тары к упаковыванию; подача и наполнение продукта в упаковочную тару; закрытие тары; оформление упаковки; подготовка к транспортировке. Для подробного изучения обозначенных операций были рассмотрены зарегистрированные браки, рабочие инструкции, карта стандартных процессов, диаграмма спагетти, хронометраж и иные инструменты контроля качества производства. Из полученных данных необходимо было получить информацию о потерях разного вида, так как именно на их минимизацию фокусируются принципы бережливого производства.

В рамках конкретного исследования, решающим фактором в анализе существующего процесса упаковки стало картирование потока создания ценности. Другими словами, описание всех необходимых для процесса действий. Из этого удалось понять какие процессы деформируют продукт таким образом, что потребитель готов за него заплатить. Был проведен сбор результатов хронометража каждого процесса в рамках одного месяца, на его основе создана декомпозиция ценности. Более подробно результаты анализа представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Потери и ценности на производстве**

Прямые потери, которые необходимо убрать	Потери, которые можно минимизировать	Действия, создающие ценность
Простой оборудования	Документирование	Чистое время упаковывания
Лишние передвижения	Отсутствие персонала	
Переналадка оборудования	Подбор тары к продукции	

Таблица 2

**Результат хронометража**

№	Время, ч/мес	%
Ценность	39	28
Потери II рода	57	32
Потери I рода	46	40
Итого	142	100

А на рис. 1 представлено графическое сравнение процентного соотношения создающих ценность процессов и потерь. При просмотре можно заметить, что ценность занимает самую малую часть, все остальное это разного вида потери, которые бывают первого и второго рода. К потерям II рода относятся действия, не производящие ценность, но без которых процесс не сможет существовать. В рамках процесса упаковки сюда относятся обязательные перерывы для работников, подбор тары к каждому виду продукции и документирование готовых к транспортировке упаковочных единиц. Потери I рода включают в себя действия не создающие ценности вообще, и их можно и нужно исключать из процесса полностью. На большинстве производств это лишние передвижения сотрудников и простой при переналадке оборудования.

Существует несколько видов потерь – перепроизводство, чрезмерный запас материалов и простой. Именно последнее было выделено как основная проблема упаковочного процесса. Неэффективное использование времени является причиной дополнительных финансовых издержек.

Чтобы определиться, какие инструменты прежде всего следует включить в обновленную методику, необходимо более подробно рассмотреть причинно-следственную связь между проблемами и их

первоисточниками. Из последующего анализа было выявлено, что причины временных потерь в каждой операции различались, что уже в начале исследования намекало на создания целой методики из нескольких элементов бережливого производства.

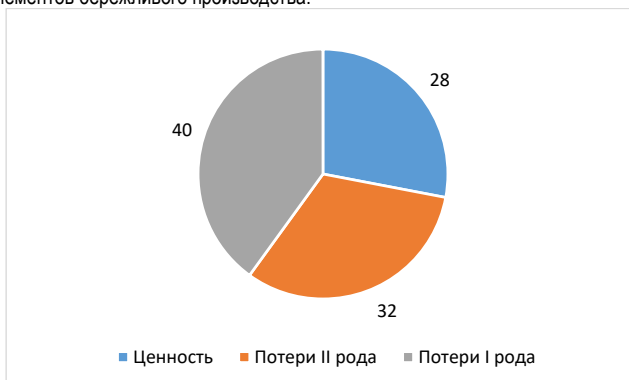


Рис. 1. Потери и ценности

Как основные причины, препятствующие устойчивому развитию и совершенствованию качества, были выделены:

- лишние перемещения сотрудников;
- простой оборудования;
- нарушение процесса этикетирования;
- нарушение порядка операций при укупоривании тары;
- ожидание из-за переналадки оборудования;
- беспорядок на складе.

Можно сделать выводы о самых значимых причинах временных потерь в процессе упаковки продукции. Потребуется составить подробную инструкцию и визуализировать процесс закрытия и этикетирования тары, чтобы избежать производственных браков. Именно на минимизацию или полное исключение таких случаев из процесса должна быть направлена новая методика повышения эффективности. Но перед ее созданием необходимо углубится и ознакомиться с уже используемыми элементами бережливого производства в отечественной сфере.

Только недавно на отечественных производствах заинтересовались в модернизации технологических процессов с помощью бережливого производства. В настоящее время некоторые крупные компании уже внедрили систему в свое производство, однако назвать ее полностью функциональной нельзя, так как большинство принципов не нашли свое место в ней.

Ранее упомянутое картирование потока создания ценностей – один из самых применяемых методов бережливого производства для выявления потерь. Помимо этого, используется вытягивающее поточное производство для контроля за сроками и объемами выполняемой работы. Такая концепция способствует выполнению операционных задач друг за другом строго по необходимости. Система 5S также активно применяется в современных системах менеджмента качества, мотивируя к постоянным улучшениям. Применение этих инструментов гарантирует повышение качества выпускаемой продукции, рост производительности и мотивации рабочих.

### Результаты

По итогу проведенной работы было собрано достаточно данных для разработки актуальной методики сокращения временных потерь и повышения эффективности. Бережливое производство представляет из себя широкую управленческую систему, захватывающую немалое количество бизнес-процессов. Концепция бережливого производства является продолжением многих японских подходов к

управлению, благодаря чему она включает как большое число методик и инструментов, так и сами подходы управления. В зависимости от конкретных задач и условий на практике есть возможность применить разный состав методик и инструментов.

Суть данной концепции не в сокращении расходов, а в сокращении присутствующих в каждой операции потерь. Так как основные потери связаны с временным фактором, то и инструменты должны быть подобраны таким образом, чтобы значительно повлиять на простой оборудования и персонала. На основе практических данных и общем анализе отечественных методик контроля качества были предложены семь элементов бережливого производства.

1. SMED (Single Minute Exchange of Dies) для быстрой переналадки фасовочного оборудования и минимизации простоя во время технического обслуживания.

2. Вытягивающее поточное производство (Pull Production) для минимизации лишних перемещений по территории склада и запасов упаковочных материалов.

3. Kanban для отслеживания актуальных задач и распределения нагрузки между сотрудниками в зависимости от их опыта и профессионального образования, что способствует устранению ненужных перемещений.

4. Визуализация особенно актуальна в рассматриваемом процессе, где задействуется большой объем упаковочной тары и готовых транспортных упаковочных единиц.

5. Система 5S отлично впишется в рабочие места и склады с товаром.

6. Диаграмма спагетти для исключения лишних передвижений.

7. Всеобщее производительное обслуживание (Total Productive Maintenance) позволяет снизить потери, связанные с простоями оборудования из-за поломок и избыточного обслуживания.

Согласно PDCA после создания методики необходимо провести мониторинг изменений в процессе после внедрения новой технологии в реальное производство для которого организуется сравнительный анализ временных характеристик операций процесса упаковки. Результаты измерений до и после применения инструментов бережливого производства представлены на рис. 2.

Из графика видно, что предложенная методика отлично проявила себя в условиях практического применения. Временные затраты значительно уменьшились на участках, где ранее существовала проблема простой фасовочного оборудования. Применение принципов бережливого производства позволило достичь значительного повышения эффективности работы и минимизации издержек.

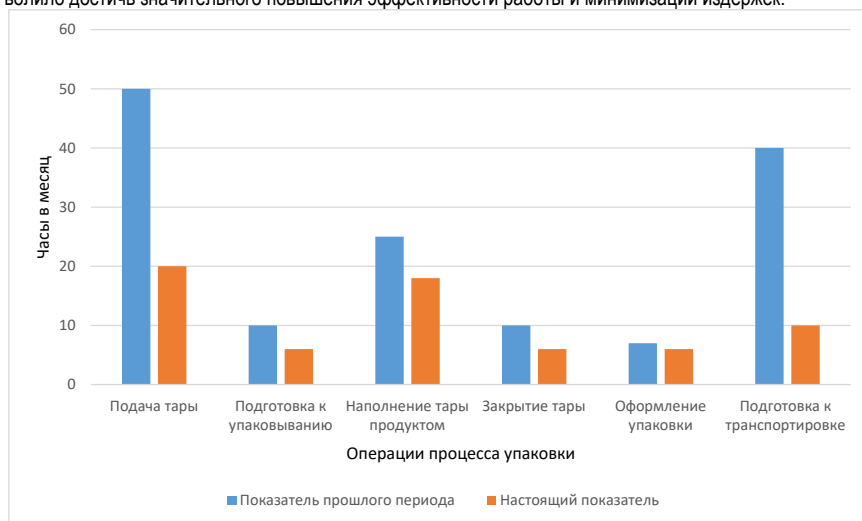


Рис. 2. Сравнение хронометража

Разработанная с целью уменьшения временных потерь концепция отлично продемонстрировала свою работоспособность на реальной модели. Визуализация модели процесса упаковки предотвратила нарушения в операциях закрытия тары и оформления упаковки. Система 5S обеспечила порядок склада, что привело к повышению эффективности управления запасами и устранению лишних перемещений сотрудников. Последнее также относится и к внедрению Kanban.

Благодаря предложенным инструментам были задействованы положительные ресурсы процесса. А их наличие, как и предписывает PDCA, гарантирует стремление к совершенствованию технологических операций при помощи периодического анализа и развития менеджмента качества.

### Обсуждение

После создания и внедрения нового гибкого подхода, базирующегося на устранении временных потерь, удалось в кратчайшие сроки минимизировать издержки и дать толчок к росту экономических показателей. Используемые в предложенной методике инструменты позволяют исключить ненужные передвижения рабочих и перераспределить операционные задачи в зависимости от их срочности. Применение SMED способствует автоматизации процесса упаковки и нивелированию простоя оборудования. А такие значительные нововведения в процессе упаковки позволят производителю получить выгоду в виде роста производительности труда сотрудников и сокращения издержек.

Применение принципов и методов бережливого производства, правильное использование его инструментов приведет к повышению конкурентоспособности предприятия в любой сфере деятельности, а также позволит в целом выйти на новый уровень.

Разработанная в исследовании методика имеет перспективы к развитию на будущее, так как включает в себя комбинацию из нескольких инструментов бережливого производства. Рекомендации способствуют интегрированию новых актуальных технологий в систему, поддерживая ее полную автоматизацию и организацию параллельного производства.

### Список источников

1. Балтачева Н. Бережливое производство как метод повышения эффективности производства на предприятии // Science Time. 2015. № 8. Р. 26–29.
2. Лазарева А. Система 5S как первый шаг к бережливому производству // Молодой ученый. 2019. № 19 (257). С.149–150.
3. Братченко С. А. Бережливое производство в России в теории и на практике // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика. 2018. № 3. С. 146–158.
4. Назаревич С. А. Технология и организация бережливого производства: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2020. 61 с.
5. Вумек Д., Джонсон Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. М.: Альпина Паблишер, 2013. 480 с.
6. Беседин А. Вытягивание производственного процесса в «бережливом производстве» // Молодой ученый. 2019. № 1 (239). С. 76–78.
7. Лукьянов А. Совершенствование деятельности предприятия в рамках концепции бережливого производства // Молодой ученый. 2019. № 45 (283). С. 295–298.

УДК 005.94

**В. Р. Тарасова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО–ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

### Введение

В условиях стремительно происходящих изменений в технологиях производства и экономики основными ресурсами для организационного развития становятся работники, их интеллектуальный капитал, знания и практический опыт. Управление знаниями крайне необходимо к применению в силу повышения эффективности организационных и производственных процессов. Концепция подразумевает под собой обширное количество методов, каждое из которых воздействует на конкретную область данных. Пренебрегать этим инструментом не стоит, так как система занимает соответствующее место в стратегии развития предприятия. Пробелы в передаче и анализе информации особенно заметны, когда рассматриваются отношения не только между независимыми организациями, но и внутри компаний. Подобные проблемы требуют от руководства принятия качественно новых решений в кратчайшие сроки. Грамотная организация системы управления знаниями задействует всю имеющуюся в фирме информацию для роста конкурентоспособности и повышения качества.

### Материалы и методы

Целью исследования является разработка организационно-технологических решений для процесса управления знаниями.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- анализ цикла системы управления знаниями;
- анализ проблематики менеджмента знаний;
- разработка организационно-технологические решения управления знаниями в инновационной деятельности;
- оценка общей результативности процесса управления знаниями.

В исследовании использовались инструменты анализа модели управления знаниями и выявления проблемных зон. Для оценки общей результативности использовался метод опроса.

Реализация исследовательских задач была достигнута на основе изучения источников информации для теоретических основ управления знаниями, исследования опыта компаний в использовании средств и методов управления знаниями. Для подробного анализа проблематики рассматриваемой системы необходимо применить процессный подход.

Управление знаниями (knowledge management) можно определить, как совокупность управленческих воздействий на способы, методы и формы организации социальных отношений в сфере производства, распространения и использования знаний, нацеленную на повышение эффективности этих процессов и осуществляемую в конкретных экономических сферах. Цель управления знаниями в организации – создание таких условий, при которых накопленные знания и опыт эффективно используются для выполнения важных для компании задач. Конечная цель управления знаниями состоит в повышении интеллектуального потенциала организации, чтобы обеспечить преуспевание на сегодняшних динамичных рынках.

Первым шагом в разработке организационно-технологических решений для процесса управления знаниями является определение потребностей компании в этой области. Необходимо проанализировать, какие знания необходимы для эффективной работы организации, как они используются и распространяются внутри компании, и как можно улучшить этот процесс.

Говоря о деятельности по управлению знаниями, часто имеют в виду протекание в организации следующих процессов:

- 1) определение знаний включает в себя: определение существующих ресурсов, областей, источников и пользователей знаний;
- 2) анализ и планирование источников знаний состоит из процесса:
  - оценка эффективности ресурсов, включающая в себя оценку рабочей среды, проблем управления и роли знаний в создании ценностей;
- 3) пополнение баз знаний осуществляется из сравнения внутренних и внешних источников знаний;
- 4) развитие знаний содержит обучение и развитие;
- 5) распределение знаний включает в себя семь компонентов:
  - культура;
  - структура;
  - процессы;
  - лидерство;
  - информационные технологии;
  - управление качеством функционала
  - информационные потоки.
- 6) сохранение знаний включает трудовые договоры;
- 7) применение знаний определяет оценку степени использования знаний;
- 8) измерение и контроль знаний представляет собой управление работой после ее осуществления.

Вышеперечисленные процессы составляют из себя цикл управления знаниями, то есть отличные друг от друга подходы к менеджменту знаний. Рассмотрим каждый из них более подробно для понимания модели процесса.

*Информационный.* Первый подход, основанный на решающей роли IT- технологий в процессе управления знаниями, исходит из того, что современные предприятия, особенно крупные, накопили гигантские объемы данных о клиентах, поставщиках, операциях и другом, хранящиеся в десятках операционных систем в различных функциональных подразделениях. Подход основан на создании, развитии и культивировании в организациях современных средств связи и их своевременном обеспечении. Управление знаниями в данном случае основывается на создании программного обеспечения и увеличении количества IT-консультантов.

*Персонализированный.* Второй подход фокусируется на понимание того, что именно люди являются носителями знаний, они способны генерировать знания, приумножать и делиться ими, создавая единые знания организации. Согласно такому подходу, организации должны материально и нематериально мотивировать свой персонал на участие в управлении знаниями, поскольку главное здесь – это сотрудники, их мотивация, связи, культура компании, а технологии – это просто инфраструктура; при этом нет смысла разрабатывать технологию, пока нет соответствующей культуры. Странники этого подхода считают, что при его использовании значительно больше шансов уловить скрытые знания сотрудников, которых в каждой компании примерно в четыре раза больше, чем знаний, которые можно преобразовать в документы. Подход подразумевает непосредственное общение сотрудников и передачу знаний на общих собраниях, тренингах, конференциях. Кроме того, в компании создаются условия для того, чтобы сотрудники-лидеры в какой-то области могли делиться опытом с остальными. Таким образом, согласно данному подходу, основная задача управления знаниями – выявление, сохранение и эффективное использование знаний сотрудников при постоянном их взаимодействии.

*Смежный.* Третий подход предполагает использование человека и информационных технологий как равнозначных инструментов управления знаниями. Данный подход предполагает использование совокупности информационных технологий и технологий управления персоналом, не выделяя приоритетности того или иного инструмента. Основа этого принципа – это стратегии систематизации и стратегии персонализации.

В отечественных компаниях, как правило, используются средства управления знаниями, представленные на рис. 1. Как свидетельствуют данные, наибольшей популярностью в системе управления знаниями пользуются новостные порталы, внутренние консультанты, библиотеки и базы данных в Интернете, система наставничества.

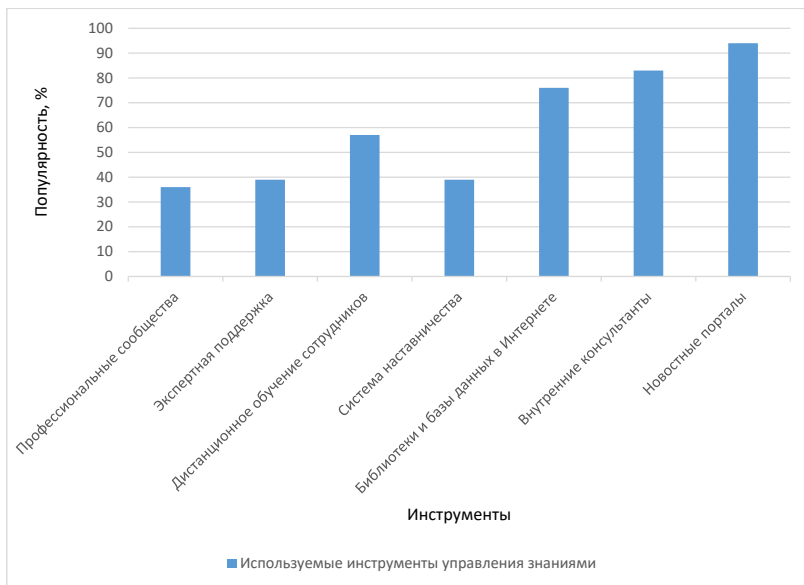


Рис. 1. Используемые в отечественных компаниях инструменты управления знаниями

Каждая компания после принятия решения о введении системы управления знаниями выбирает свою стратегию ее внедрения. И в процессе исследования было выявлено, что при реализации любой из них руководство встречается с рядом одинаковых проблем.

*Неосвязаемость знаний.* Знания – это важный ресурс, обладающей одной существенной особенностью. Его нельзя ощутить физически, а значит повышается риск потери таких данных.

*Потенциальный эффект знаний.* Эксперты вкладывают реальные ресурсы в развитие знаний, а эффект от обучения проявит себя только через неопределенное количество времени. Получается, что эффект от получения знаний потенциальный.

*Сложность восприятия в коллективе.* Сотрудники, к сожалению, могут выступать противниками освоения знаний. На это есть несколько причин, одна из которых это неподходящая реализация обучения.

*Человеческий фактор.* Сотрудники могут элементарно забыть передать информацию с их личного носителя данных своему коллеге.

## Результаты

В современном бизнесе управление знаниями играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности и успеха компании. Управление знаниями – это процесс сбора, хранения, передачи и использования знаний, необходимых для эффективной работы организации. Одним из основных принципов управления знаниями является создание среды, которая позволяет сотрудникам обмениваться знаниями и опытом, а также активно участвовать в процессе развития компании. Для этого необходимо разработать организационно-технологические решения, которые обеспечат эффективное управление знаниями.

Опираясь на собранные данные о процессе управления знаниями, можно разработать универсальные организационно-технологические решения для повышения качества процесса обмена внутренней и внешней информацией. Разработанная стратегия включает в себя следующие пункты:



1) прежде всего, разработать стратегию управления знаниями, которая будет включать в себя цели, задачи и планы по развитию этой области в компании. Эта стратегия должна быть адаптирована к конкретным потребностям компании и ее бизнес-процессам;

2) одним из важных компонентов организационно-технологических решений для процесса управления знаниями является информационная система, которая обеспечивает сбор, хранение и распространение знаний в компании. Такая система должна быть удобной для использования и позволять сотрудникам быстро и легко находить необходимую информацию. Еще один ее показатель – скорость внедрения в уже существующую базу данных. Не стоит задерживать обновление технической системы на неопределенной срок;

3) важным аспектом является обучение сотрудников управлению знаниями. Это может включать в себя обучение техническим навыкам, таким как использование информационных систем, а также обучение навыкам коммуникации, которые позволят сотрудникам эффективно обмениваться знаниями и опытом. Для этого отлично подойдут учебные семинары, курсы повышения квалификации, собрания;

4) также важно создать стимулы для сотрудников, чтобы они активно участвовали в процессе управления знаниями. Необходимо ввести систему поощрений и вознаграждений за активное участие в обмене знаниями, а также создавать команды и группы для совместной работы над проектами и задачами;

5) наконец, необходимо создать систему контроля и оценки эффективности процесса управления знаниями. Это позволит отслеживать прогресс и оценивать результаты, а также вносить корректировки в стратегию, если это необходимо.

После согласования и внедрения обновленной методики управления знаний необходимо провести оценку результативности. Для этого был использован вариант опроса сотрудников, результаты которого представлены на рис. 2. Как видно из диаграммы, большинство сотрудников остались удовлетворены новой методикой и без проблем освоили новую техническую систему анализа и хранения данных.

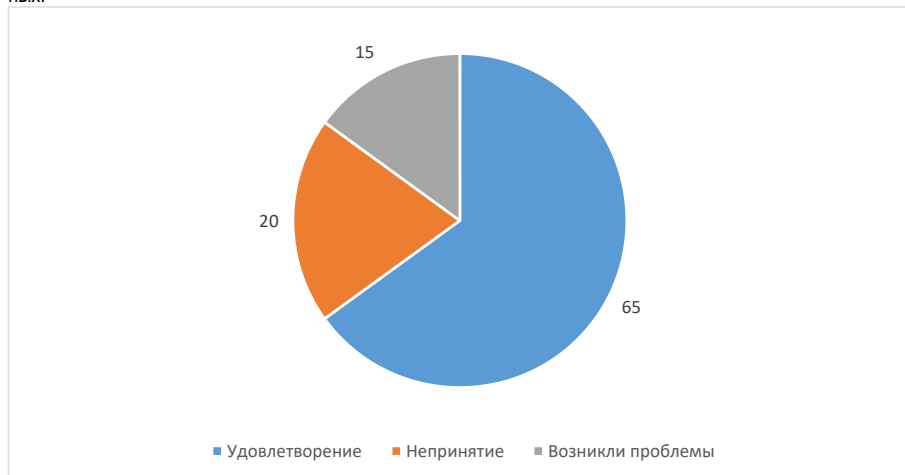


Рис. 2. Оценка результативности методики

Так как часть сотрудников столкнулась с проблемами в процессе освоения обновленной системы управления знаниями, то руководителю необходимо рассмотреть варианты дополнительного обучения и наставничества внутри коллектива. Стоит отметить, что управление знаниями это концепция, предполагающая постоянное обучение и совершенствование.

### Обсуждение

Разработка организационно-технологических решений для процесса управления знаниями является ключевым фактором для достижения успеха компании. Она позволяет создать среду, которая обеспечивает эффективный обмен знаниями и опытом, а также повышает производительность и конкурентоспособность организации.

Сегодня существует множество инструментов и технологий, которые могут помочь в создании системы управления знаниями. Но самое главное – это понимание того, что управление знаниями это не только технологии и системы, но и культура и философия организации, которые должны поощрять сотрудников делиться знаниями и работать над общими целями. На успешное применение принципов управления знаниями может влиять отношение руководства к персоналу, подобающая оценка их мастерства и компетентности. А также развитие других деятельности, связанных с управлением человеческими ресурсами. Персонал является наиболее важным элементом в управлении знаниями, потому что сотрудники, накапливая опыт. Также создают и копят знания, необходимые для успешного достижения стратегических целей предприятия. Управление знаниями побуждает сотрудников соединять имеющиеся знания, тем самым создавая благоприятную среду для сотрудничества.

Основная цель создания обновленной методики управления знаниями по систематизации управления знаниями на предприятии была достигнута. Для задействования всех отделов в постоянном обучении и обмене информацией все структурные подразделения обязаны применять созданную методику в своей работе.

И, наконец, разработанные организационно-технологические решения для процесса управления знаниями будут актуальны еще долгое время. Потому что цикл предполагает систематическую актуализацию и обмен для непрерывного улучшения.

### Список источников

1. Синкевич И. В. Управление знаниями: диагностика и организация обучения в компании. Развитие профессиональных способностей. Иркутск: ИГЭА, 2001. 434 с.
2. Нестик Т. Модели управления знаниями в российских организациях: социально-психологический анализ // Современные технологии управления. 2014. № 1 (37). С. 30–37.
3. Матвеев А. Введение в процесс управления знаниями // Бизнес-образование в экономике знаний. 2016. № 3 (5). С. 46–50.
4. Паникарова С. В. Управление знаниями и интеллектуальным капиталом / Уральский университет, 2015. 144 с.
5. Семенов А. Инновационные аспекты управления корпоративными. М.: Дашков и К, 2013. 148 с.
6. Мильнер Б. Концепция управления знаниями в современных организациях // Российский журнал менеджмента. 2003. № 1. С. 57–76.

УДК 005.6

**Е. М. Торопицына**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОЛОС ПОТРЕБИТЕЛЯ ДЛЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА

### Введение

Современные тренды развития инновационной продукции предполагают внедрение эффективной методики структурирования функций качества, планирование мониторинга процессов высококонкурентного серийного производства и тщательный маркетинговый анализ.

В процессе разработки инновационной продукции одним из важных критериев конкурентоспособности является анкетирование целевой аудитории на предмет потребностей и удовлетворенности разработкой. Большая часть информации зачастую рассматривается как отдельные данные без сравнительного анализа, которые невозможно подтвердить или опровергнуть.

Развертывание функции качества (QFD) – метод, использующий матричный формат для охвата ряда вопросов, имеющих важное значение для планирования процесса. С помощью маркетинговых исследований и сравнительного анализа данных метод позволяет преобразовать голос потребителя в технические характеристики инновационной продукции, что позволяет определить способы достижения высокого качества проектирования в подсистемах, составных частях, и в конкретных элементах производственного процесса.

Процесс совершенствования метода развертывания функций качества (QFD) инновационного продукта должен быть дополнен системой принятия решений по вопросам анкетирования на основании факторного анализа популярных трендов; в методе QFD недостаточно учтены аспекты конкурентоспособности и интеллектуального вклада; адаптация под инновационные стартапы, не имеющие аналогов на рынке, требует актуализации и развития в зависимости от меняющихся современных реалий.

Разработка рекомендаций для модификации матрицы метода развертывания функций качества позволит инновационным продуктам мощнее раскрыть свой потенциал среди современных технологий на рынке, что гарантирует повышение заинтересованности инвесторов и потенциальных партнеров.

### Материалы и методы

Цель исследования – повышение эффективности развития инновационной продукции путем совершенствования системы «голос потребителя» для развертывания функции качества продукта.

Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи:

- 1) провести анализ элементов системы инновационной деятельности для реализации инновационной продукции с целью выделения проблемной области при сборе данных;
- 2) разработать модель модификации матрицы «голос потребителя» для структурирования функций качества инновационной продукции;
- 3) разработать методику и процедуру совершенствования метода развертывания функций качества инновационного продукта для создания стратегии опережающей модернизации;
- 4) апробировать модель на существующей инновационной продукции и оценить ее результативность.

### Методы исследования

В ходе исследования использованы анкетирование, теории квалиметрии, теории математического моделирования, многокритериальный анализ решений.

Объект исследования – процессы управления качеством инновационной продукции.

Предмет исследования – модели, критерии и методы оценки качества инновационной продукции с помощью метода QFD, обеспечивающие повышение конкурентоспособности продукта.

Область исследования соответствует п.1, 4, 8, 11 специальности 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции».

### Результаты

Система «голос потребителя» – это метод, используемый для получения обратной связи от потребителей о качестве продукта и удовлетворенности потребностями. Она помогает производителям понимать, какие аспекты продукта важны для потребителей и как можно улучшить его качество.

Система «голос потребителя» позволяет отслеживать характеристики объекта на каждом этапе развертывания функции качества: планирование продукта, проектирование компонентов и частей, проектирование процесса и проектирование производства.

На каждом этапе QFD необходимо воспользоваться инструментом структурирования «Дом качества», позволяющим своевременно обеспечить минимизацию рисков, свести к минимуму непроизводственные издержки и обеспечить высокую ценность продукта по оптимальной цене путем сбора и структурирования данных анкетирования целевой аудитории. При проведении QFD анализа для определения наиболее значимых факторов репрезентативной выборки целевой аудитории предоставляется девять вопросов, ориентирующихся на критерии новизны, безопасности, цены, доступности, уникальности, производительности, дизайна и экономии. Построение матрицы позволяет успешно выделить ключевые предпочтения потребителей для улучшения продукта на любом этапе его жизненного цикла, что наиболее эффективно по отношению к уже существующему продукту с сформированными взглядами потребителей. Инновационный продукт в данном ключе предполагает ряд проблем, связанных с недоступностью значительной части инструментов и особенностями выведения на рынок. Маркетинговая и техническая составляющие продукта имеют прямую взаимосвязь с факторами успеха инновационного продукта, что обязано быть учтено при практике сбора обратной связи «голос потребителя».

При разработке модели модификации матрицы «голос потребителя» для структурирования функций качества инновационной продукции необходимо учитывать не опыт взаимодействия с продуктом, как в случае со сбором данных о уже существующей продукции, а комплекс из реальных и потенциальных преимуществ новой разработки с учетом ориентации на рынок целевой аудитории и теории диффузии инноваций, разработанной социологом Эвереттом Роджерсом.

Джеффри А. Мур адаптировал теорию диффузии инноваций к рынку высокотехнологичных продуктов, разделяя потребителей на пять сегментов восприятия инновации, а этапы развития рынка ровно на два – ранний рынок и средний рынок. Ранние рынки характеризуются завышенными ожиданиями от продукта, недостаток финансовых средств у производителей и низким доверием к продукту от потребителей. Основные проблемы возникают при переходе от стадии инноваторов к ранним последователям, связанные с непониманием портрета покупателя. На раннем рынке клиентов интересуют технологические аспекты проекта и возможность удовлетворить особые потребности, на основном рынке ориентир переходит к экономической выгоде и доверию к имиджу бренда.

Следовательно, основные критерии инструмента «голос потребителя» для развертки функции качества инновационного продукта определяются исходя из следующих факторов:

- определение целевой аудитории – рынок B2C, B2G или B2B. В случае, если продукт нацелен сразу на несколько рынков, необходимо использовать метод QFD для каждого;

- ориентирясь на принятые в методе QFD критерии новизны, безопасности, цены, доступности, уникальности, производительности, дизайна и экономии, составить список вопросов из анкетирования с учетом особенностей рынка (табл. 1) и двух наиболее важных для инновации категорий – маркетинговой и технологичной;

- построить QFD матрицу, разделив вопросы по критериям из пунктов 1 и 2. Процесс построения и разделения баллов остается в классическом варианте;

- просуммировав баллы по каждой из взаимосвязанных характеристик, необходимо вычислить наиболее значимые свойства продукта с точки зрения как маркетинга, так и технологичности инновационного продукта;

- благодаря комплексному подходу анализа целевой аудитории при использовании QFD матрицы появляется возможность выявить, какие характеристики продукта являются наиболее ценными;

- результаты необходимо отправить на вторичное исследование в технологический и маркетинговый отдел, поскольку каждый из характеристик продукции необходимо рассматривать с двух точек зрения для наиболее точного и эффективного выбора стратегии для вывода инновационной продукции на рынок.

Таблица 1

**Критерии составления вопросов для анкетирования разных рынков**

Критерии выбора	B2B	B2G	B2C
Маркетинговые критерии (для создания бренда)	Ориентир на конкретного клиента. Акцент на выгоду сотрудничества, своевременность предоставления услуги или товара	Ориентир на государственных и муниципальных заказчиков. Акцент на объем заказов, документацию и узкое направление клиентов	Ориентир на большое число клиентов. Акцент на поиск ранних последователей, УТП, доверие к бренду и разработке
Технологические критерии (для создания преимуществ)	Ориентир на сервис, создание весомых отличий от прямых и косвенных конкурентов	Ориентир на безопасность, надежность, следование внутрисполитическим трендам	Ориентир на поиск преимуществ среди прямых и косвенных аналогов, своевременное закрытия «боли» частного клиента, «первое касание» с разработкой

**Обсуждение**

Для апробации модели и оценки ее результативности был проведен анализ устройства периферической ориентации в пространстве для людей с ОВЗ по зрению. Инновационная разработка рассчитана на рынок B2C и B2B. В качестве примера приведен анализ рынка B2C. Рассмотрим перечень вопросов, подобранный с учетом всех особенностей разработки.

**Маркетинговые критерии**

1. Новизна (насколько для вас важна реализация новых версий устройства?)
2. Уникальность (насколько для вас важна возможность заказа индивидуального размера?)
3. Доступность (насколько для вас важно наличие филиала в вашем городе?)
4. Производительность (насколько для вас важно время работы аккумулятора?)
5. Безопасность (насколько для вас важно наличие сертификатов качества?)
6. Дизайн (насколько для вас важен дизайн упаковки?)
7. Цена (насколько для вас важна низкая цена на устройство?)
8. Доверие (насколько для вас важен контакт с брендом в Интернете или реальной жизни?)

**Технологические критерии**

1. Функционал (насколько для вас важен дополнительный функционал?)
2. Первое касание (насколько для вас важно иметь возможность протестировать устройство?)
3. Особенности (насколько для вас важно, чтобы обе руки оставались свободными?)

В табл. 2 представлена QFD матрица для устройства периферической ориентации. Для увеличения вероятности успеха после выхода продукции на рынок и перехода на основной рынок необходимо разработать маркетинговую стратегию, делающую упор на эргономичность устройства, сервис с учетом особенностей целевой аудитории людей с ОВЗ и предоставления клиентом гарантийных доку-

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

ментов. Также положительное влияние окажет возможность взаимодействовать с устройством перед покупкой и длительная работа аккумулятора. При технологичной разработке самым важным является универсальность устройства в здании и на улице, экологичные материалы с погодной адаптацией и компактность сборки.

Таблица 2.1

QFD матрица. Часть 1

Критерии выбора	Баллы	Вес	Характеристики					
			Работа аккумулятора		Регуляция вибрации		Эргономичность	
Новизна	20	0,04	3	0,12	1	0,04	3	0,12
Уникальность	84	0,16	1	0,16	3	0,49	9	1,47
Доступность	53	0,10	1	0,10	1	0,10	1	0,10
Производительность	73	0,14	9	1,28	9	1,28	1	0,14
Безопасность	96	0,19	9	1,68	1	0,19	3	0,56
Дизайн	32	0,06	1	0,06	1	0,06	9	0,56
Цена	98	0,19	3	0,57	3	0,57	3	0,57
Доверие	59	0,11	1	0,11	1	0,11	3	0,34
<b>Итого</b>	<b>515</b>	<b>1,00</b>		<b>4,08</b>		<b>2,84</b>		<b>3,86</b>
<b>Технология</b>								
Функционал	24	0,12	3	0,36	9	1,09	9	1,09
Первое касание	97	0,49	1	0,49	1	0,49	3	1,46
Особенности	78	0,39	1	0,39	3	1,18	9	3,53
<b>Итого</b>	<b>199</b>	<b>1,00</b>		<b>1,24</b>		<b>2,75</b>		<b>6,08</b>

Таблица 2.2

QFD матрица. Часть 2

Особенности						Знакомство			
Погодная адаптация		Сервис и гарантия		Универсальность		Доставка с сайта		Тест-драйв	
1	0,04	1	0,04	3	0,12	1	0,04	1	0,04
1	0,16	1	0,16	1	0,16	3	0,49	9	1,47
3	0,31	9	0,93	3	0,31	9	0,93	9	0,93
3	0,43	9	1,28	3	0,43	1	0,14	1	0,14
9	1,68	9	1,68	1	0,19	3	0,56	1	0,19
9	0,56	1	0,06	3	0,19	3	0,19	1	0,06
1	0,19	3	0,57	3	0,57	1	0,19	3	0,57
3	0,34	9	1,03	9	1,03	9	1,03	9	1,03
	<b>3,71</b>		<b>5,75</b>		<b>2,99</b>		<b>3,56</b>		<b>4,43</b>
9	1,09	1	0,12	9	1,09	1	0,12	1	0,12
3	1,46	3	1,46	9	4,39	9	4,39	9	4,39
9	3,53	1	0,39	9	3,53	1	0,39	3	1,18
	<b>6,08</b>		<b>1,97</b>		<b>9,00</b>		<b>4,90</b>		<b>5,68</b>

В современном мире инновации играют важную роль в различных отраслях и их значимость будет продолжать расти в будущем. Однако для успешного развития инновационного продукта необходимо не только создать новую технологию или продукт, но и обеспечить его качество и привлекательность для потребителей. Система «голоса потребителя» позволяет получить обратную связь от потребителей и анализировать их мнения и предпочтения. Это может помочь разработчикам любого инновационного продукта определить, какие характеристики продукта наиболее важны для потребителей и что можно улучшить для повышения его качества и конкурентоспособности.

Для совершенствования системы голоса потребителя необходимо учитывать несколько аспектов, таких как правильное определение целевой аудитории, разработка правильных вопросов для опроса, анализ полученных данных и принятие мер по улучшению продукта на основе полученной обратной связи.

Одним из способов улучшения системы голос потребителя является использование новых технологий, таких как машинное обучение и искусственный интеллект. С помощью этих технологий можно разрабатывать более точные и эффективные системы сбора данных. Например, алгоритмы машинного обучения могут использоваться для анализа большого количества данных, таких как отзывы на продукт, отзывы в социальных сетях и другие данные, связанные с продуктом. Эти данные могут быть анализированы с помощью алгоритмов машинного обучения, которые могут выделить наиболее значимые аспекты продукта и понять, что важно для потребителей. Искусственный интеллект также может быть использован для создания более интерактивных систем голоса потребителя. Например, в мобильном приложении можно включить голосовой ассистент, который будет задавать потребителю вопросы о продукте и собирать данные об их мнении. Это может быть более удобным и быстрым способом сбора данных, чем традиционные опросники или фокус-группы.

Таким образом, система голоса потребителя является важным инструментом для совершенствования качества инновационного продукта и повышения его конкурентоспособности на рынке. Ее использование позволяет учитывать мнение потребителей, повышать удовлетворенность клиентов и создавать более успешные и привлекательные продукты для конечных пользователей.

#### Список источников

1. *Савченко И. В.* Выведение инновационных продуктов на рынок: особенности и проблемы // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2016. № 4 (28).
2. *Rogers E.* Diffusion of Innovations. New York: Free Press, 2003. 576 p.
3. *Мур Д.* Внутри торнадо: стратегии развития успеха и выживания на гиперрастущих рынках. М.: BestBusinessBooks, 2010. 296 с.
4. *Назаревич С. А.* Управление процессами на предприятиях и организациях в инновационной сфере: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2016 – 51 с.
5. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Третье издание. Совместная публикация ОЭСР и Евростата. М., 2006. 107 с.
6. *Хоббс П.* Внедрение бережливого производства. Практическое руководство по оптимизации бизнеса. М.: Гревцов Паблишер, 2020. 352 с.
7. *Брагин Ю. В., Корольков В. Ф.* Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль, 2003. 240 с.
8. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001.

УДК 005.6

**Е. М. Торопицына**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА В СООТВЕТСТВИИ С КОНЦЕПТОМ «ПЕТЛЯ КАЧЕСТВА»**

### **Введение**

В условиях быстро меняющегося рынка и жесткой конкуренции, разработка и внедрение инновационных продуктов является ключевым фактором успеха любого бизнеса. Однако для того чтобы обеспечить успешную реализацию инновационного продукта, необходимо учитывать множество факторов и последовательно выполнять ряд действий. Концепция «петля качества», которая позволяет обеспечить надежность и соответствие продукта требованиям заказчика и рынка в целом. Эта концепция предполагает контроль качества на всех этапах жизненного цикла продукта, начиная от идеи и заканчивая выводом на рынок.

В данной статье рассмотрена реализация инновационного продукта в соответствии с концепцией «петли качества». В качестве исследуемого продукта было приведено устройство цифровой навигации для незрячих людей «Дозорный». Были рассмотрены основные этапы жизненного цикла продукта и методики контроля качества, которые могут быть применены на каждом этапе.

### **Материалы и методы**

Цель исследования – исследование реализации концепции «петли качества» при разработке и реализации инновационного устройства для ориентации в пространстве людей с ограниченными возможностями.

Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи:

- проанализировать понятие «петля качества» и ее значение в разработке инновационных продуктов;
- выявить ключевые этапы разработки и реализации инновационной продукции в соответствии с концепцией «петля качества»;
- оценить эффективность реализации концепции «петли качества» при разработке и реализации инновационной продукции.

### **Методы исследования**

Обзор литературы и анализ существующих исследований концепции «петли качества» и ее применения в разработке продуктов, сбор данных об эффективности реализации концепции «петли качества».

Объект исследования – процессы управления качеством инновационной продукции.

Предмет исследования – модели, критерии и методы управления качеством инновационной продукции с помощью метода «петля качества».

### **Результаты**

«Система качества» представляет собой совокупность организационной структуры, процессов, методик и ресурсов, необходимых для управления качеством реализуемой продукции. Важнейшим показателем успешного производства инновационного продукта являются его особенности с точки зрения улучшенных свойств, способствующих росту эффективности производства и его конкурентоспособности. В современном мире, где конкуренция на рынке все более ужесточается, компании вынуждены искать новые способы улучшения качества своих продуктов и услуг, чтобы удержать своих клиентов и привлечь новых. Одним из таких способов является использование концепции «петли качества» при реализации инновационного продукта. Действие системы качества должно распространяться на все



этапы жизненного цикла продукции, образуя «петлю качества», имеющую первостепенное значение в производственной системе качества.

Замкнутый в виде кольца жизненный цикл продукции «петля качества» включает следующие основные этапы:

- маркетинг;
- проектирование и разработка технических требований, разработка продукции;
- материально-техническое снабжение;
- подготовка производства и разработка технологии и производственных процессов;
- производство;
- контроль, испытания и обследования;
- упаковка и хранение;
- реализация и распределение продукции;
- монтаж;
- эксплуатация;
- техническая помощь и обслуживание;
- утилизация после использования.

«Петля качества» – это модель взаимосвязанных способов деятельности, влияющих на характеристики продуктов от выявления потребностей до оценки их удовлетворения. Модель представляет собой взаимосвязь компонентов полного цикла производства продукции, влияющих на ее свойства, что играет важную роль в управлении свойствами и характеристиками продукции, позволяя уделить внимание потребителю, системному подходу и вовлечению всех уровней жизненного цикла продукции. В соответствии с международными стандартами ISO «петля качества» представляет собой замкнутый цикл разработки последовательных мер, определяющих качество продукции и процессов как на этапе производства, так и на этапе эксплуатации.

Необходимо уделять повышенное внимание каждому из этапов «петли качества», поскольку качество создается и поддерживается на каждом из них, начиная с маркетингового исследования рынка и заканчивая возможностями утилизации продукта и его упаковки. Управление качеством продукции осуществляется циклически. Система PDCA или цикл Деминга позволяет непрерывно совершенствовать продукцию, реализуя повышение качества с помощью последовательного осуществления четырех этапов – планирование, реализация, контроль и исправление. В целях обеспечения системности управления качеством продукции необходимо объединить «петлю качества» с циклом Деминга, охарактеризовав основные виды действий на каждом этапе жизненного цикла продукции.

### Обсуждение

При реализации модели качества инновационного технологического продукта на этапе MVP (минимально жизнеспособный продукт) необходимо тщательно проработать этап планирования, с помощью сбора и систематизации информации путем разработки плана реализации целей и задач. Чем тщательнее будет исследован материал, тем выше шанс успешного результата при переходе на следующий этап реализации. Ниже представлен этап планирования на протяжении жизненного цикла в соответствии с «петлей качества» для устройства «система ориентации в пространстве для людей с ограничениями по зрению – Дозорный».

*Маркетинг, изучение рынка.* Этот этап включает в себя сбор и анализ информации о рынке, анализ конкурентов и потребностей целевой аудитории. На этом этапе важно понять, существует ли спрос на данное устройство и на какой ценовой уровень можно рассчитывать. Было принято решение установить ценовой диапазон от 30 до 50 тысяч, направив фокус на рынок B2G с дальнейшим переходом на B2B (от взаимодействия с фондами, медицинскими учреждениями, государственными предприятиями, получения аккредитации и в списке рекомендуемых устройств РосЗдравНадзора до партнерской программы с аптеками и специализированными магазинами). Также был рассмотрен сегмент B2C, основной целью которого совершить продажу устройства, которое станет отличным подарком человеку с ОВЗ по зрению.

*Проектирование и разработка.* На этом этапе происходит создание прототипа устройства и тестирование его работоспособности. Устройство содержит 5 лазерных датчиков с углом обзора 25 ° и

работает на расстоянии до двух метров. Это гарантирует универсальность в помещении путем ручной регулировки расстояния действия в любом помещении или на улице, реагируя на высокие препятствия, стационарные и движущиеся объекты. С помощью проведения тестирования было определено соответствие требованиям и ожиданиям целевой аудитории.

*Материально-техническое снабжение.* Этот этап предполагает подготовку материалов и компонентов, которые будут использоваться в производстве устройства. Идея, которая отвечает критериям и является оптимальной: PLA пластик, VL53L0X – лазерный датчик, ATmega328P-AU, Type-C, аккумулятор 3,7V li-ion, CH340G. Данная сборка позволяет совместить экологичный всепогодный корпус небольшого размера, гарантирующий эргономичность устройства за счет быстродействующих рабочих датчиков и большого количества цифровых портов.

*Разработка технологий.* На этом этапе создаются технологические карты и определяется последовательность производственных операций. Важно определить, какие методы производства и технологии будут использоваться для изготовления устройства. В процессе разработки устройства были использованы аддитивные технологии для быстрого прототипирования. Выбор рынка HomeNet обосновывается функциональным назначением устройства, целевой функцией которого является создание возможности обнаружения высокогабаритных и нестандартных объектов городской и промышленной инфраструктуры в оптическом радиусе устройства. Разработанное устройство цифровой навигации является синергетическим результатом применения аддитивных технологий и компонентом промышленной сенсорики. Это обосновывает рынок TechNet.

*Производство.* На этом этапе происходит производство устройства в соответствии с определенными технологиями и последовательностью производственных операций. Устройство представлено на рис. 1.

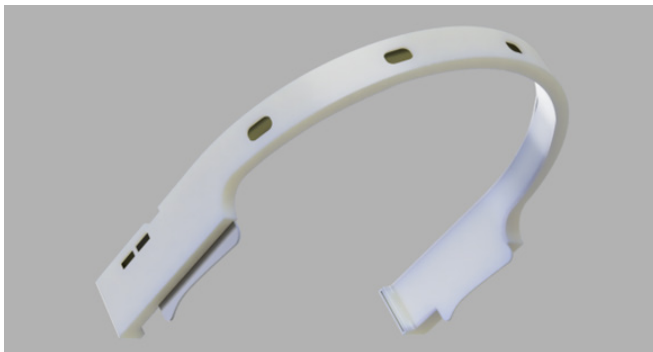


Рис. 1. Разработанное устройство «Дозорный»

*Контроль и испытания.* На этом этапе проводятся испытания устройства, чтобы убедиться, что оно соответствует требованиям и стандартам качества. Важно провести контроль качества каждой детали и компонента устройства. На данном этапе разработки было проведено тестирование прототипа на контрольной группе целевой аудитории в целях подтверждения правильного функционирования устройства.

*Упаковка и хранение.* На этом этапе происходит упаковка устройства в соответствии с требованиями безопасности и перевозки. Важно обеспечить правильное хранение устройства до момента его распределения. Идея, которая отвечает критериям и является оптимальной – упаковка в форме параллелепипеда из картона (что гарантирует экологичность, возможность нанести шрифт Брайля снаружи и удобно расположить двойное дно), внутри устройство и дополнительное оборудование должно лежать в специальных отсеках из пенопласта, покрытых сверху приятной на ощупь тканью.

*Распределение и реализация.* На этом этапе устройство поставляется на рынок и продается потребителям, однако в случае с «Дозорный» на данном этапе было обеспечено правильное распре-

деление и продвижение устройства на рынке благодаря работы над сайтом, брендом и позиционированием.

*Монтаж и эксплуатация.* На этом этапе устройство устанавливается и подключается к системе, к которой оно предназначено. Важно обеспечить правильную установку и настройку устройства, чтобы оно работало корректно.

*Эксплуатация.* На этом этапе устройство используется конечными пользователями в соответствии с его предназначением. Важно обеспечить удобство использования и надежность работы устройства.

*Техпомощь и обслуживание.* На этом этапе обеспечивается техническая поддержка конечным пользователям и проводится регулярное обслуживание устройства. Важно своевременно предоставлять помощь и устранять неисправности устройства, реализовать возможность проведения тестирования и сдачи устройства в случае поломки с возможностью замены.

*Утилизация.* На этом этапе устройство утилизируется после окончания срока его использования или при необходимости замены. Важно обеспечить правильную утилизацию устройства, чтобы минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Утилизировать устройство можно в отдел переработки, а упаковку в урну раздельного сбора.

Тщательная проработка каждого этапа позволяет минимизировать риски и повысить шансы на успех при переходе на следующий этап реализации. Разработка плана реализации целей и задач является важным шагом на этапе планирования и помогает систематизировать информацию и определить необходимые ресурсы для успешной реализации проекта.

Одним из способов улучшения качества продукта на этапе массового производства является использование системы контроля качества. Эта система включает в себя процедуры и инструменты, которые позволяют определить, соответствует ли продукт требованиям качества и безопасности. Система контроля качества должна включать в себя процессы отслеживания качества сырья и материалов, контроль качества в процессе производства и контроль качества готовой продукции.

В заключение можно сделать вывод о том, что реализация инновационного продукта в соответствии с концептом «петля качества» является важным шагом в повышении конкурентоспособности компании и удовлетворении потребностей клиентов. Концепт «петля качества» позволяет обеспечить постоянное улучшение продукта, учитывая требования потребителей и изменения на рынке. Для успешной реализации инновационного продукта необходимо проводить тщательный анализ рынка и конкурентов, определять потребности клиентов и учитывать тенденции развития технологий. Реализация инновационного продукта с учетом концепции «петли качества» является важным шагом для обеспечения высокого качества продукта и удовлетворения клиентов. Компания должна следовать принципам «петли качества» на всех этапах жизненного цикла продукта, начиная с разработки и заканчивая обслуживанием клиентов. Важным аспектом реализации инновационного продукта с учетом концепции «петли качества» является обратная связь от клиентов. Компания должна постоянно оценивать удовлетворенность клиентов продуктом и принимать меры для устранения выявленных проблем. Важно также учитывать требования и ожидания клиентов при создании новых версий или модификаций продукта. Это поможет компании сохранить свою конкурентоспособность и привлечь новых клиентов. Только тогда компания сможет создать продукт, который будет успешно конкурировать на рынке и удовлетворять потребности своих клиентов.

#### Список источников

1. Назаревич С. А. Управление процессами на предприятиях и организациях в инновационной сфере: учеб.-метод. пособие. СПб.: ГУАП, 2016. 51 с.
2. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. 3 изд. Совместная публикация ОЭСР и Евростата. М., 2006. 107 с.
3. Брагин Ю. В., Корольков В. Ф. Путь QFD: проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей. Ярославль, 2003. 240 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во стандартов, 2001.

5. Дудка В. Д. Менеджмент качества в области высокотехнологичных производств. М.: Финансы и кредит, 2019. 238 с.
6. Kiran D. Total Quality Management. Publisher: Elsevier, 2017. 425–437 p.
7. Оценка качества дрейфующих моделей базовых структур инновационных технологий / С. А. Назаревич, В. М. Балашов, А. Ю. Гулевитский, А. В. Чабаненко // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С.109–114.

УДК 539.12

**А. А. Усачев**

обучающийся ГБОУ «СОШ № 684 Березиня»

**А. А. Турасова**

магистрант ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**К. В. Епифанцев**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**Н. А. Абоева**

педагог-организатор – научный руководитель

## ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Понятие и термин «ион» (по предложению английского историка науки Уильяма Уэвелла) ввел в 1834 году Майкл Фарадей, который, изучая действие электрического тока на водные растворы кислот, щелочей и солей, предположил, что электропроводность таких растворов обусловлена движением ионов. Ионы являются активными веществами и взаимодействуют с атомами, молекулами, свободными радикалами и такими же ионами. Они участвуют во множестве различных реакций. В электрическом поле ионы переносят электричество к нужным электродам с противоположным зарядом. В живых организмах ионы играют также огромную роль, проводя нервные импульсы. Ионы могут выступать в качестве катализатора или промежуточных частиц в химических реакциях.

Ионные реакции в электролитических растворах происходят мгновенно. Положительные ионы водорода являются в физике протонами. Протоны и нейтроны образуют все ядра атомов. Получить такой протон можно ионизацией атома водорода.

Ионы подразделяют на две большие группы – простые и сложные.

*Простые* (одноатомные) ионы содержат одно атомное ядро.

*Сложные* (многоатомные) ионы содержат не менее двух атомных ядер.

Отдельно выделяют *ион-радикалы* – заряженные свободные радикалы. Ион-радикалы в свою очередь подразделяют на катион-радикалы и анион-радикалы.

*Катион-радикалы* – положительно заряженные частицы с одним неспаренным электроном.

*Анион-радикалы* – отрицательно заряженные частицы с одним неспаренным электроном.

Циклотрон – первый из циклических ускорителей. Впервые был разработан и построен в 1930 году Лоуренсом и Ливингстоном, за что первому была присуждена Нобелевская премия в 1939 году. До сих пор циклотроны применяются для ускорения тяжелых частиц до относительно небольших энергий, до 50 МэВ/нуклон.

В циклотроне тяжелые ускоряемые частицы (протоны, ионы) впускаются в вакуумную камеру вблизи ее центра. После этого они движутся внутри полости двух чуть раздвинутых полуцилиндров (дуантов), помещенных между полюсами сильного электромагнита. Однородное магнитное поле этого электромагнита искривляет траекторию частиц. Ускорение движущихся частиц происходит в тот момент, когда они оказываются в зазоре между дуантами – в этом месте на них действует электрическое поле, создаваемое генератором высокой частоты, которая совпадает с частотой обращения частиц внутри циклотрона (циклотронной частотой) или кратна ей.

Крупнейший в мире циклотрон – циклотрон лаборатории TRIUMF в Университете Британской Колумбии, в Ванкувере (Канада). Магнит этого циклотрона, ускоряющего ионы H<sup>-</sup> до энергии 500 МэВ, весит 4000 тонн и создает поле с индукцией 4,6 кГс. Ускоряющее электрическое ВЧ-поле имеет частоту 23 МГц и амплитуду напряжения 96 кВ; выпускаемый ток составляет 300 мкА. Выпуск осуществляется с помощью обдирки электронов при прохождении через графитовую фольгу.

Сильноточные импульсные ускорители находят применение в установках для экспериментальных исследований в области инерциального термоядерного синтеза, для имитации воздействия на аппаратуру электромагнитного и проникающего излучения, возникающего при ядерных взрывах, в некоторых технологических процессах промышленного производства. Генерация мощных импульсов рентгеновского излучения для тестирования стойкости военной техники. Используются для модификации

поверхностного слоя покрытия, и распыления материала для дальнейшего его осаждения – создание пленок и покрытий.

Принцип работы основан на явлении взрывной эмиссии. Ускоритель работает в двух импульсном режиме. За первый импульс на анод (из полупроводника или другого материала) подается отрицательный импульс тока. Между катодом и анодом образуется электрическое поле высокой плотности. В результате чего сначала происходит автоэлектронная эмиссия электронов, которая переходит во взрывную электронную эмиссию. В результате чего между катодом и анодом (у поверхности анода) образуется плазма. Магнитным полем электроны плазмы экранируются. И за второй положительный импульс высокого напряжения на анод ионы плазмы ускоряются электрическим полем.

Информация об ускорителях заряженных частиц отражаются в следующих нормативных документах:

1. ГОСТ Р 52103-2003. Ускорители заряженных частиц. Термины и определения.

В стандарте установлены термины и определения понятий, относящиеся к ускорителям заряженных частиц. Приведены эквиваленты стандартизованных терминов на английском языке.

2. ГОСТ 26278-84 (СТ СЭВ 6636-89)\*. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Типы и основные параметры.

Стандарт распространяется на ускорители заряженных частиц промышленного применения (далее – ускорители), предназначенные для радиационной технологии, стерилизации, неразрушающего контроля качества изделий (радиационной дефектоскопии), активационного анализа, производства радионуклидов, ионной имплантации, и устанавливает их типы, основные параметры и систему условных обозначений.

3. ГОСТ 27632-88. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Общие технические требования.

Настоящий стандарт распространяется на ускорители заряженных частиц промышленного применения (далее – ускорители) и устанавливает общие технические требования. Содержит:

- требования назначения, надежности, стойкости к внешним воздействиям, требования эргономики и технической эстетики, технического обслуживания и ремонта, транспортабельности, безопасности;

- конструктивные требования;

- требования радиоэлектронной защиты.

4. ГОСТ 4.477-87. Система показателей качества продукции. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Номенклатура показателей.

#### Список источников

1. ГОСТ Р 52103-2003. Ускорители заряженных частиц. Термины и определения.
2. ГОСТ 26278-84 (СТ СЭВ 6636-89)\*. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Типы и основные параметры.
3. ГОСТ 27632-88. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Общие технические требования.
4. ГОСТ 4.477-87. Система показателей качества продукции. Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Номенклатура показателей.

УДК 004.023

**Т. Е. Ушакова**

студентка института фундаментальной подготовки и технологических инноваций

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К РАЗРАБОТКЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ УЗЛОВ

### Введение

В современном мире с ростом научно-технического прогресса, любая продуктивная деятельность человека является творчеством. Разработка нового технического решения базируется, чаще всего, на опыте исследований, производства, а также инженерии. Существуют различные стратегии и механизмы «творчества» в технической сфере, однако они не систематизированы. По сей день изобретатели используют метод «проб и ошибок», что является неэффективным в некоторых случаях.

В работе проведено исследование значения и применения эвристических методов к разработке и прототипированию инженерных узлов.

### Исследование технических ограничений

Любая техническая система сталкивается с различными факторами, влияющими на возможность решения сложных задач, в процессе ее развития. Например, материал для каких-либо инструментов (монтажных, режущих и др.) является ограничивающим фактором для проведения работ над объектами разной твердости и плотности. Такие факторы называют техническими ограничениями.

Техническое ограничение – условие, ограничивающее развитие технической системы. Характеристика возможности технических средств, используемых при ее функционировании (табл. 1).

Таблица 1

### Примеры технических ограничений

Материал/Инструмент	Техническое ограничение теплопроводности
<b>Дерево</b>	0,12–0,15 Вт/м*град.
<b>Стекло</b>	0,21 Вт/м*град.
<b>Керамика</b>	1,5 Вт/м*град.
<b>АБС Пластик</b>	0,13-0,22 Вт/ м*град.

Теплопроводность, как техническое ограничение, указывает способность материалов проводить тепловую энергию от более нагретых частей к менее нагретым частям путем хаотического движения частиц.

При создании новых инженерных узлов перед разработчиками стоит задача определения:

- материала, используемого системой;
- функций, выполняемых системой;
- метода принципа действия устройства.

Для разрешения вышеперечисленных задач, существует набор формализованных и неформализованных методов принятия решений.

### Исследование методов принятия решений

Процесс принятия решений является важным аспектом на этапах проектирования и прототипирования, от которого зависит дальнейшее функционирование как отдельного инженерного узла, так и их совокупности в целом. Направление действий в каждом отдельном случае индивидуально и подбирается в зависимости от поставленной задачи. Специалисты по разработке технических устройств ча-

сто встречаются с затруднениями при выборе области поиска принятия решений. В качестве упрощения данных рабочих моментов используют различные методы принятия решений.

Можно выделить три основных вида классификации методов принятия решений:

- эвристические методы, которые позволяют генерировать идеи при отсутствии полноты информации (стратегия случайного поиска);
- методы функционально-структурного исследования объекта;
- класс комбинированных алгоритмических методов (стратегия логического поиска).

### Исследование эвристических методов

Поиск решения при применении эвристических методов является системным и целенаправленным.

Эвристика – совокупность приемов и методов, облегчающих и упрощающих решение познавательных, конструктивных, практических задач, наука о творческом мышлении, граничащая с философией, психологией, теориями искусственного интеллекта.

Существует ряд методов, относящихся к эвристике, которые применимы в различных областях, но основными сферами их функционирования являются образование, медицина и менеджмент. Методы, относящиеся к эвристическим указаны в табл. 2.

Таблица 2

### Методы, относящиеся к эвристике

Наименование инструмента	Описание
<b>«Мозговой штурм» (А. Осборн)</b>	Групповое генерирование идей
<b>Синектика (У. Гордон)</b>	Мозговой штурм, проводимый с использованием аналогий, среди специализированных групп
<b>Фокальные объекты (Ч. Вайтинг)</b>	Поиск новых идей путем присоединения к исходному объекту свойств или признаков случайных объектов
<b>Гирлянды случайностей и ассоциаций (Г. Буш)</b>	Поиск ассоциаций и присоединение свойств случайных объектов с большим числом сочетаний
<b>Списки контрольных вопросов (Д. Пойа, А. Осборн, Т. Эйлоарт)</b>	Направление хода мысли к наиболее сильным решениям посредством ответов на вопросы
<b>Морфологический ящик</b>	Метод, направленный на упрощение генерации совокупности свойств из сформированной матрицы вариантов

Применение эвристических методов значительно сокращает время принятия решений по задаче в сравнении с методом перебора альтернатив. При постановке задачи по «преобразованию» или усовершенствованию имеющихся прототипов данные методы, как правило, не имеют конкретного ответа по решению данного вопроса, однако имеют «подсказку», облегчающую поиск искомого решения.

### Применение эвристических методов в разработке и прототипировании инженерных узлов

Рассмотрим возможность применения эвристических методов в технической области на примере задачи совершенствования водопроводного крана (рис. 1).

В качестве инструмента генерации идеи используем метод фокальных объектов (табл. 3).

В качестве второго примера в работе рассмотрен метод морфологического анализа. С помощью вышеуказанного метода производим систематизацию перебора вариантов всех теоретически возможных решений (табл. 4).

С помощью применения морфологического анализа можно скомбинировать набор факторов, составляющих основу будущего узла. В данном случае можно выделить такой вариант: автоматический водопроводный кран черного цвета, сделанный из пластика в форме цилиндра.



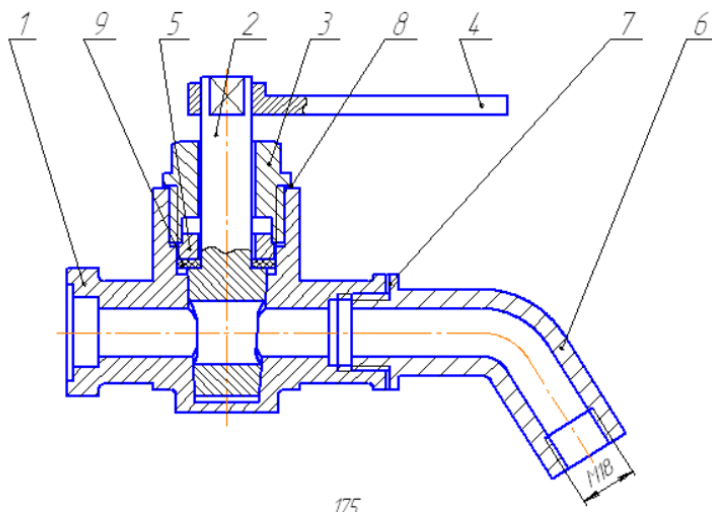


Рис. 1. Водопроводный кран

Таблица 3

**Применение метода фокальных объектов**

Дверь	Водопроводный кран
Автоматические	Кран с датчиком движения
Разноцветная	Широкий спектр цветового решения
Складная	Кран с функцией удлинения шланга
Стеклопанные	Возможность выбора материалов, соответствующих дизайнерским предпочтениям

Таблица 4

**Применение метода морфологического ящика**

Морфологический признак	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Способ управления	Механический	Автоматический	Сенсорный	Дистанционный
Цвет	Белый	Золотой	Синий	черный
Материал	Дерево	Стекло	Металл	Пластик
Форма	Геонд	Пирамида	Цилиндр	Шар

В качестве третьего примера приведен метод списков контрольных вопросов (рис. 2). С его помощью осуществляется генерация вариантов решений.



Рис. 2. Список контрольных вопросов

### Заключение

Проведя исследование методов эвристических приемов, сделан вывод о том, что в разработке различных инженерных узлов, создании новых технических решений, особо выгодными являются эвристические приемы. Так как они морально не устаревают, а также интегрируют в методически доступной форме опыт изобретателей. Используя методы ассоциаций, аналогий и групповой генерации идей, охватывается наибольший спектр областей поиска принятия решений, относительно какой-либо конкретной задачи.

### Список источников

1. *Альтшуллер Г. С.* Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. 184 с.
2. *Инженерная эвристика / Н. Н. Латыпов, С. В. Елкин, Д. А. Гаврилов и др.* М.: Астрель, 2012. 320 с.
3. *Основы научно-технического творчества, изобретательской и рационализаторской работы: учеб. пособие / А. И. Фурсенко, С. В. Романовский, Д. М. Бернштейн и др.* М.: Высшая школа, 1987. 190 с.
4. *Одрин В. М.* Морфологический анализ систем. Киев: Наукова думка, 1977. 183 с.
5. *Инженерная эвристика / Латыпов Н. Н., Елкин С. В., Гаврилов Д. А. и др. / Под. ред. А. А. Вассермана.* М.: Астрель, 2012. 320 с.
6. *Самсонова М. В., Ефимов В. В.* Технология и методы коллективного решения проблем: учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2003.

## УДК 658.5

**Е. А. Харитонова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. Л. Поляков**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

**КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА ШУХАРТА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА****Введение**

В современном мире контроль качества является одним из важнейших аспектов производства, влияющим на успех компании. Одним из наиболее популярных инструментов статистического контроля качества. Он позволяет осуществлять мониторинг производственных процессов и обеспечивать высокий уровень качества продукции. Контрольные карты могут быть созданы вручную или с использованием программного обеспечения и широко применяются в различных отраслях производства.

В работе проведен обзор контрольных карт Шухарта, изучен принцип их работы, способы создания: вручную или с помощью программного обеспечения.

**История создания контрольных карт**

Контрольные карты были впервые предложены американским статистиком Уолтером Шухартом в 1924 году, тем самым совершив революцию в западноевропейском подходе к качеству. В 1931 году был опубликован отчет Шухарта, в котором было описано использование контрольных карт, а также была выпущена первая книга «Экономическое управление качеством промышленной продукции». Вторая книга, «Статистический метод контроля качества», была выпущена в 1939 году. Данные исследования также появились возможность реализовать концепцию управления производством «Шесть сигм». Таким образом, контрольные карты ключевым элементом статистического контроля качества, благодаря чему Уолтер Шухарт стал считаться «Отцом статистического управления качеством».

**Типы контрольных карт**

Классификация типов контрольных карт часто осуществляется согласно типам величин, которые выбраны для отслеживания характеристик качества. Различают контрольные карты для непрерывных переменных и контрольные карты по альтернативному признаку. Для контроля по непрерывному признаку обычно строятся следующие контрольные карты:

- контрольная карта среднего значения –  $\bar{X}$ -карта. На эту контрольную карту наносятся значения выборочных средних для того, чтобы контролировать отклонение от среднего значения непрерывной переменной;
- контрольная карта размаха –  $R$ -карта. Для контроля за степенью изменчивости непрерывной величины в контрольной карте этого типа строятся значения размахов выборок;
- контрольная карта стандартного отклонения –  $S$ -карта. Для контроля за степенью изменчивости непрерывной переменной в контрольной карте данного типа рассматриваются значения выборочных стандартных отклонений.

Для контроля по альтернативному признаку обычно строятся следующие контрольные карты:

- контрольная карта количества дефектов на единицу продукции –  $C$ -карта. В таких контрольных картах строится график числа дефектов. При использовании карты этого типа делается предположение, что дефекты контролируемой характеристики продукции встречаются сравнительно редко, при этом контрольные пределы для данного типа карт рассчитываются на основе свойств распределения Пуассона;
- контрольная карта доли дефектов на единицу продукции –  $U$ -карта. В карте данного типа строится график относительной частоты дефектов, то есть отношения числа обнаруженных дефектов к  $n$  – числу проверенных единиц продукции. В отличие от  $C$ -карты, для построения карты данного типа не требуется постоянство числа единиц проверяемых изделий, поэтому ее можно использовать при анализе партий различного объема;

– контрольная карта доли дефектов – *np*-карта. В контрольных картах этого типа строится график для числа дефектов, как и в случае *C*-карты. Однако контрольные пределы этой карты рассчитываются на основе биномиального распределения, а не распределения редких событий Пуассона. Поэтому данный тип карт должен использоваться в том случае, когда обнаружение дефекта не является редким событием. Этой картой можно воспользоваться, например, при контроле числа единиц продукции, имеющих небольшой брак;

– контрольная карта количества дефектов – *P*-карта. В картах данного типа строится график процента обнаруженных дефектных изделий. График строится так же, как и в случае *U*-карты. Однако контрольные пределы для данной карты находятся на основе биномиального распределения, а не распределения редких событий. Поэтому *P*-карта наиболее часто используется, когда появление дефекта нельзя считать редким событием.

Типов карт много, поэтому нужно правильно выбрать, какую карту следует построить для рассматриваемого процесса. Так, при рассмотрении количественных данных, если объем выборки равен единице, строится карта индивидуальных значений. Если объем выборки больше или равен десяти, то строятся *X*- и *S*-карты. Если объем выборки меньше десяти, то следует выбрать *X*- и *R*-карты. При рассмотрении альтернативных данных, для несоответствующих единиц может быть выбрана *P*-карта или *np*-карта. Для анализа несоответствий выбирается либо *C*-карта, либо *U*-карта [1].

### Построение контрольной карты

Несмотря на обилие типов контрольных карт, порядок построения одинаковый для каждого типа.

1. Определяются показатели процесса или продукции, которые необходимо измерять. Показатели могут иметь количественные или качественные значения.
2. Определяются точки контроля показателя. По возможности, точки контроля необходимо устанавливать на наиболее ранней стадии процесса, где выбранный показатель может быть измерен.
3. На основании вида контролируемых показателей выбирается соответствующая контрольная карта.
4. Когда применяется контроль по количественному или альтернативному признаку часть последовательных во времени измерений может иметь близкие значения. Эти измерения формируются в подгруппу. Количество измерений, вошедших в подгруппу, называется размером подгруппы. Необходимо установить размер подгруппы.
5. Проводятся измерения выбранного показателя процесса или продукта.
6. На контрольной карте отображаются результаты измерений для контроля показателей по количественному признаку или суммарные значения для контроля по альтернативному признаку.
7. Точки графика соединяются между собой.
8. Рассчитывается линия средних значений, и вычисляются контрольные границы. В зависимости от того, какие контрольные карты применяются, формулы расчета контрольных границ и их количество может изменяться.
9. Линия средних значений и контрольные границы отображаются на контрольной карте.
10. Определяются все точки, выходящие за пределы контрольных границ.
11. Проводится анализ причин выхода значений контролируемых показателей за пределы контрольных границ и направления смещения подгрупп относительно линии средних значений. При необходимости предпринимаются корректирующие действия [2].

### Программное обеспечение для построения контрольных карт

На рынке существует множество программных решений для построения контрольных карт. Вот некоторые из них:

Minitab – это одна из наиболее популярных программ для построения контрольных карт. Она имеет простой интерфейс и множество встроенных функций для анализа данных. Однако ее стоимость может быть высокой для некоторых пользователей.

JMP – это другая популярная программа для построения контрольных карт. Она имеет более продвинутый интерфейс и больше функций, чем Minitab. Но, как и Minitab, она может быть дорогой для некоторых пользователей.

Excel – это наиболее распространенная программа для построения контрольных карт. Она доступна большинству пользователей, так как входит в пакет Microsoft Office. Однако Excel может быть не столь эффективной для построения контрольных карт, так как ее функции статистического анализа ограничены [3].

Каждый может выбрать программу, соответствующую его возможностям и требованиям, проанализировав все достоинства и недостатки наиболее популярного программного обеспечения для статистического анализа, представленного на рынке. Сравнение программ для работы со статистическими данными приведено в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительный анализ программного обеспечения для построения контрольных карт**

Характеристики	Minitab	JMP	Excel
Низкая цена	-	-	+
Простота использования	+	-	+
Привлекательный интерфейс	+	+	-
Большое количество функций	-	+	-
Поддержка русского языка	-	+	+

Исходя из данных, приведенных в таблице, следует вывод, что Excel в целом имеет большое количество преимуществ перед остальными программами: доступность; простота в использовании, так как каждый хоть раз работал в данной программе; поддержку русского языка, что позволяет русскоязычным пользователям быстро разобраться со всеми доступными инструментами. Но при этом Excel обладает существенным недостатком: его функции статистического анализа заметно проигрывают по сравнению с Minitab и JMP. К счастью, для Excel доступны дополнения, расширяющие набор инструментов для статистического анализа: QI Macros, SPC for Excel. С данными надстройками Excel становится в один ряд с остальным программным обеспечением для построения контрольных карт, так как они значительно расширяют возможности анализа статистических данных [4].

**Альтернативные инструменты статистического контроля качества**

Контрольные карты Шухарта применяются широко, часто, многими предприятиями. Но значит ли это, что они универсальны и не имеют недостатков? Может ли понадобиться заменить контрольную карту каким-либо другим инструментом управления качеством? Может ли контрольная карта быть единственным инструментом для контроля качества или стоит комбинировать ее другими? Именно на эти вопросы стоит ответить для достижения наиболее эффективного мониторинга качества продукции на производстве. Итак, для начала разберем преимущества контрольных карт, благодаря которым они получили такое широкое распространение.

1. *Своевременное обнаружение изменений.* Контрольные карты позволяют быстро обнаруживать любые изменения, которые могут повлиять на качество продукции. Это может быть изменение материалов, изменение средств производства или изменение в квалификации работников. Благодаря контрольным картам можно быстро установить, какие изменения привели к проблеме, и принять меры для ее исправления.

2. *Уменьшение изменчивости процессов.* Контрольные карты позволяют определить степень изменчивости процесса производства, что помогает сделать его более стабильным. Действия для стабилизации процесса могут включать использование новых методов производства, обучение работников или изменение процедур контроля качества.

3. *Предсказание тенденции проведения процесса.* Контрольные карты, благодаря возможности отслеживания тенденции, позволяют обнаружить проблемы в процессе производства до того, как они приведут к дефектным изделиям. Это позволяет предпринять меры для устранения проблемы и сокра-

тить количество дефектных изделий, что повышает качество продукции и улучшает репутацию компании.

Также у контрольных карт есть ряд недостатков.

1. *Сложность в построении.* Создание контрольной карты требует больших временных затрат, а также значительного количества усилий. Для начала необходимо собрать данные о процессе производства и проанализировать их. Это может быть сложным процессом, особенно если данных много, и они распределены по различным источникам. Затем появляется сложность в выборе типа контрольных карт, ведь существует множество различных типов контрольных карт, некоторые из них будут неэффективны для контроля определенных параметров. При определении контролируемых параметров также могут возникнуть трудности, особенно, если их много и все они влияют на качество продукции. Определить границы контроля тоже бывает непросто, если нет четких стандартов для определения качества продукции.

2. *Интерпретация результатов.* После построения контрольной карты необходимо проанализировать результаты и сделать выводы о том, нужно ли корректировать процесс производства. Интерпретация результатов может быть сложным процессом, особенно если данные неоднозначны или если процесс производства имеет много параметров, которые влияют на качество продукции.

3. *Ограничения в использовании.* Контрольные карты Шухарта могут быть эффективны только в тех случаях, когда процесс производства является стабильным и предсказуемым. Если процесс содержит большое количество случайных факторов, которые могут повлиять на качество продукции, то контрольные карты Шухарта могут быть неэффективными.

4. *Недостаточная информация.* Контрольные карты Шухарта позволяют только наблюдать за средним значением процесса и его изменчивостью. Они не дают подробной информации о том, какие именно факторы влияют на процесс и какие действия необходимо предпринять для его улучшения.

5. *Отсутствие учета особенностей процесса.* Контрольные карты Шухарта не учитывают особенности процесса производства и могут быть неэффективными для контроля качества в некоторых отраслях, таких как производство продуктов питания или фармацевтической продукции, где важно контролировать не только среднее значение, но и другие параметры.

Таким образом, мы видим, что может потребоваться заменить контрольные карты другим методом или использовать их в комбинации с еще одним инструментом управления качеством.

Заменить контрольную карту можно, например, Гистограммой. Гистограмма, это способ представления статистических данных в графическом виде – в виде столбчатой диаграммы. Она отображает распределение отдельных измерений параметров изделия или процесса, показывает частоту появления измеренных значений параметров объекта. Высота каждого столбца указывает на частоту появления значений параметров в выбранном диапазоне, а количество столбцов – на число выбранных диапазонов.

Важное преимущество гистограммы заключается в том, что она позволяет наглядно представить тенденции изменения измеряемых параметров качества объекта и зрительно оценить закон их распределения. Кроме того, гистограмма дает возможность быстро определить центр, разброс и форму распределения случайной величины. Сильные стороны гистограммы, как инструмента контроля качества, заключаются в ее наглядности, простоте, возможности быстро представить вид распределения большого числа данных. Также гистограмма показывает взаимосвязь изменения контролируемых параметров по отношению к инженерным спецификациям.

К недостаткам можно отнести отсутствие возможности количественно оценить стабильность процесса, отсутствие привязки ко времени, необходимость большого числа данных для точной оценки структуры распределения, возможность различного толкования результатов, некоторая субъективность в представлении формы распределения [5].

Итак, рассмотрим преимущества гистограммы.

1. *Наглядность.* С помощью гистограммы можно наглядно представить тенденции изменения измеряемых параметров качества объекта и зрительно оценить закон их распределения.

2. *Простота применения.* Гистограмма значительно проще в понимании и построении, чем контрольная карта.

3. *Взаимосвязь.* С помощью гистограммы можно легко отследить взаимосвязь изменения контролируемых параметров по отношению к инженерным спецификациям.

Еще один инструмент, способный в некоторых ситуациях заменить контрольную карту – это диаграмма Парето, или столбчатая диаграмма Интервалы на такой диаграмме могут представлять собой виды дефектов, их локализацию, ошибки, а высота интервалов – частоту их возникновения, стоимость, время. Используется диаграмма Парето при выявлении наиболее значимых и существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий или брака. Это дает возможность установить приоритет действиям, необходимым для решения проблемы. Кроме того, диаграмма Парето и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных. Основное преимущество, которое дает диаграмма Парето – это возможность сфокусировать усилия и ресурсы на устранении наиболее значимых проблем. Так же как и другие инструменты качества, она легка для применения и понимания персоналом организации. Но при неправильном подходе и недостаточных знаниях о процессе производства, диаграмма Парето может ввести в заблуждение относительно значимости проблем, особенно если не учитывается стоимость последствий возникающих несоответствий и дефектов [6].

Таким образом, вот ряд преимуществ диаграммы Парето перед контрольными картами Шухарта.

1. *Простота применения.* Для построения диаграммы Парето не нужно обладать узконаправленными знаниями в математике и статистике, она проста и понятна даже для начинающих специалистов.

2. *Простота интерпретации.* Диаграмма Парето будет легко понята персоналом организации, что позволит четко и быстро донести необходимость применения каких-либо действий по устранению дефектов. Она наглядная и понятная.

3. *Фокусировка усилий и ресурсов.* Диаграмма Парето дает возможность сфокусировать усилия и ресурсы на устранении наиболее значимых проблем, чего не делает контрольная карта.

Исходя из вышенаписанного можно сделать вывод, что контрольные карты, хоть и являются эффективным инструментом управления качеством, все же не универсальны, и иногда следует заменить их альтернативами, если требуется наглядность результатов анализа или простота.

### Заключение

Контрольные карты – это самый главный инструмент статистического контроля качества. Они используются для мониторинга производственных процессов и обеспечения высокого уровня качества продукции. Они могут быть построены вручную или с использованием программного обеспечения. Их использование может привести к улучшению производственных процессов, снижению расходов на бракованные изделия и улучшению качества продукции. И все же, несмотря на свою распространенность и эффективность, они не являются универсальным инструментом статистического контроля качеством. Иногда контрольные карты необходимо заменить другими инструментами, которые позволят наглядно предоставить информацию или помочь сфокусировать усилия и ресурсы на определенной проблеме. Также может потребоваться использовать контрольные карты совместно с другими инструментами, такими как диаграмма Парето или гистограмма, для достижения наибольшей эффективности или для объяснения результатов исследования всем сотрудникам компании.

### Список источников

1. Уилер Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта. М.: Альпина Паблшер, 2021. 410 с.
2. Семь инструментов качества. М.: крмс, 2014. 29 с.
3. МакГрат М. Excel VBA. Стань продвинутым пользователем за неделю. М.: Бомбора, 2022. 237 с.
4. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel. М.: Юрайт, 2022. 354 с.
5. Арьков В. Ю. Применение гистограмм в управлении качеством: учеб. пособие. М.: Ridero, 2020. 94 с.
6. Ривелл Д. Главное о качестве. Справочник от А до Я. М.: Стандарты и качество, 2006. 232 с.

УДК 338

**Е. А. Харитонова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. Л. Поляков**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SWOT-АНАЛИЗА И PEST-АНАЛИЗА: ПРЕИМУЩЕСТВА КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА

### Введение

В современном бизнесе менеджеры и предприниматели сталкиваются с множеством вызовов, связанных с быстро меняющимся рынком, технологическими инновациями и глобализацией. Для успешного управления компанией и принятия обоснованных решений они должны оценивать внутренние и внешние факторы, которые могут повлиять на ее деятельность. В этом контексте SWOT-анализ и PEST-анализ являются двумя наиболее популярными и эффективными методами бизнес-анализа, но при этом имеют ряд недостатков, из-за которых использование только одного из данных инструментов может не обладать достаточной эффективностью.

В данной статье мы рассмотрим причины, по которым использование этих методов совместно может принести дополнительные преимущества для компании.

В работе проведен обзор двух популярных инструментов исследования и оценки внутренней и внешней среды предприятия – SWOT-анализа и PEST-анализа; также рассмотрены их сильные и слабые стороны, на основе чего выведены преимущества комбинированного подхода.

### Что такое SWOT-анализ

SWOT-анализ – это методика стратегического планирования, используемая для оценки внешних и внутренних факторов организации продукта или проекта. Аббревиатура SWOT расшифровывается как Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) [1]. Данный метод помогает организации определить свои сильные стороны, которые следует использовать в своих стратегиях и планах, а также слабые стороны, которые требуют улучшения. Также этот метод позволяет выявить возможности для роста и развития организации, а также угрозы, которые могут препятствовать ее развитию. SWOT-анализ может быть использован для различных целей, таких как анализ бизнес-планов, стратегическое планирование, анализ конкурентов, анализ рынка и т. д. Он может быть применен как для оценки текущей ситуации, так и для планирования будущих действий.

SWOT-анализ обладает рядом преимуществ, что делает его одним из самых популярных инструментов, используемых в бизнес-планировании:

- простота и удобство: SWOT-анализ является простым и понятным методом, который может быть использован любым участником команды или организации, не обладающим узкопрофильными знаниями. Это делает его доступным и удобным инструментом для оценки ситуации и принятия решений;
- широкое применение: SWOT-анализ может быть использован в различных областях, таких как бизнес, образование, здравоохранение, государственное управление и т. д. Это делает его универсальным инструментом для оценки ситуации и планирования действий в разных сферах;
- помощь в разработке стратегий: SWOT-анализ помогает определить возможности для роста и развития организации, а также угрозы, которые могут препятствовать ее развитию. Это помогает разработать эффективные стратегии, учитывающие внешние и внутренние факторы;
- информационная база: SWOT-анализ позволяет собрать обширную информацию, которая поможет проанализировать прошлые стратегии, изучить текущую ситуацию в организации и разработать стратегию на будущее;
- выявление факторов: SWOT-анализ позволяет учесть множество факторов, влияющие на организацию, и собрать данные разного типа и назначения. Эти данные являются важной информаци-



онной базой для более глубокого анализа по каждому фактору влияния. Поэтому результаты SWOT-анализа представляют собой ценный и необходимый инструмент для дальнейшего анализа и принятия решений.

Несмотря на простоту, универсальность, охват большого количества информации, SWOT-анализ обладает рядом значимых недостатков:

- ограниченность: SWOT-анализ может быть ограничен из-за того, что он не учитывает динамические изменения внутренней и внешней среды, которые могут произойти в будущем;
- субъективность: SWOT-анализ может быть субъективным, так как каждый участник команды может иметь свое представление о том, что является сильной или слабой стороной, возможностью или угрозой;
- неполнота: SWOT-анализ может быть неполным, так как он может не учитывать некоторые ключевые факторы или их взаимосвязь;
- невозможность определения приоритетов: SWOT-анализ не позволяет определить приоритеты для каждого фактора, что затрудняет принятие решений;
- недостаток конкретики: SWOT-анализ может быть слишком общим, что затрудняет его использование в различных конкретных ситуациях [2].

Из-за своих недостатков SWOT-анализ, хоть и остается полезным инструментом для оценки ситуации и принятия решений, наилучшим образом проявляет себя в сочетании с другими методами и инструментами анализа, например, с PEST-анализом.

### Что такое PEST-анализ?

PEST-анализ – это метод анализа внешней среды организации, который позволяет оценить влияние политических, экономических, социальных и технологических факторов на бизнес-процессы и стратегии организации. Аббревиатура PEST расшифровывается как Politics (политика), Economics (экономика), Social (социум), Technology (технологии). Этот метод позволяет выявить важные факторы и тенденции, которые могут повлиять на бизнес-процессы и принятие решений в организации. Например, изменения в законодательстве, экономические факторы, такие как инфляция, изменения в потребительских предпочтениях и технологические инновации. Анализ проводится на основе сбора и анализа данных о внешней среде организации, включая общественно-политические и экономические условия, социальные тенденции и технологические инновации. Эта методика может быть полезна для формулирования стратегий организации, прогнозирования рисков и возможностей внешней среды, а также для адаптации к изменениям на рынке и развития конкурентных преимуществ [3].

Популярность этого инструмента анализа также обусловлена наличием большого количества преимуществ:

- изучение глобальных тенденций рынка: PEST-анализ позволяет оценить политические, экономические, социальные и технологические тенденции на мировом рынке. Это помогает бизнесу понимать общие тенденции и ориентироваться в мировых изменениях;
- простота использования: PEST-анализ прост в использовании и не требует специальных знаний или опыта. Он может быть проведен быстро и легко, что позволяет организации быстро принимать решения;
- универсальность: PEST-анализ может быть использован в любой отрасли и для любого типа организации. Это делает его универсальным инструментом для анализа внешней среды;
- предвидение микротрендов: PEST-анализ помогает выявлять микротренды во внешней среде, связанные с конкретной отраслью. Это позволяет бизнесу прогнозировать изменения на местном уровне и адаптироваться к ним;
- корректировка стратегий: PEST-анализ помогает бизнесу скорректировать свои стратегии продаж и маркетинга в соответствии с изменениями во внешней среде. Это позволяет бизнесу быть более эффективным и конкурентоспособным;
- подготовка к ухудшению ситуации: PEST-анализ помогает бизнесу подготовиться к ухудшению ситуации на рынке. Это позволяет бизнесу быть готовым к кризисным ситуациям и принимать меры для их преодоления;

– планирование бюджета: PEST-анализ помогает бизнесу спланировать свой бюджет на будущий период в соответствии с изменениями во внешней среде. Это позволяет бизнесу эффективно распределять свои ресурсы и добиваться максимальных результатов [4].

Недостатки PEST-анализа:

– невозможность учесть все факторы: PEST-анализ имеет определенный набор категорий для оценки внешней среды, и это означает, что некоторые факторы могут быть упущены. Это может привести к недостаточному анализу важных факторов, которые могут оказать значительное влияние на бизнес;

– невозможность точной оценки и прогнозирования: PEST-анализ оценивает внешние факторы на текущий момент, и это не гарантирует, что они будут оставаться такими же в будущем. Даже эксперт не всегда может предсказать, как изменятся политические, экономические, социальные и технологические факторы в будущем;

– недостаточное учет взаимосвязей факторов: PEST-анализ оценивает каждый фактор по отдельности, в то время как в реальности факторы могут взаимодействовать между собой и оказывать влияние друг на друга. Это может привести к недостаточному пониманию взаимосвязей между факторами и, как следствие, к неправильным выводам;

– недостаточная детализация: PEST-анализ может быть слишком обобщенным и не детализированным, что может привести к упущению важных деталей и факторов, которые могут повлиять на бизнес;

– недостаточный учет изменений внутри предприятия: PEST-анализ оценивает только внешние факторы, не учитывая изменения, которые происходят внутри предприятия, такие как изменения в бизнес-модели, производственных процессах, управлении.

В целом, PEST-анализ является полезным инструментом для оценки внешней среды предприятия, но его недостатки могут быть существенными, особенно если его использование не сочетается с другими методами анализа. Данный метод следует использовать перед SWOT-анализом. Это позволит этим двум методам идеально дополнить друг друга и воссоздать более точную картину внешних и внутренних факторов для предприятия.

### Комбинированный подход

После рассмотрения SWOT-анализа и PEST-анализа отдельно, после изучения их преимуществ и недостатков, становится очевидно, что данные инструменты необходимо использовать совместно для достижения наилучшего результата, получения более точных данных. Преимущества одного инструмента способны компенсировать многие недостатки другого, таким образом, они будут эффективно работать сообща. Так, SWOT-анализ, который представляет собой анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, фокусируется на изучении внутренней среды компании и внешних факторов, которые могут повлиять на ее успех. С другой стороны, PEST анализ оценивает влияние политических, экономических, социальных и технологических факторов на бизнес-процессы компании. Оба метода позволяют компаниям узнать о важных факторах внешней и внутренней среды, которые могут повлиять на эффективность их стратегии. Поэтому, используя только один из этих методов, компании могут упустить некоторые важные аспекты. Например, SWOT-анализ может не учитывать влияние политических и экономических факторов на компанию, тогда как PEST-анализ не учитывает внутренние сильные и слабые стороны компании. Комбинированный подход SWOT- и PEST-анализов позволяет компаниям получить полный обзор внешней и внутренней среды, что помогает им принимать более обоснованные стратегические решения.

Итак, теперь детально рассмотрим основные преимущества комбинированного подхода.

1. *Комплексный подход.* Совместное использование SWOT-анализа и PEST-анализа позволит компании получить более полное представление о внутренней деятельности и внешнем окружении. SWOT-анализ фокусируется на внутренних и внешних аспектах, в то время как PEST-анализ охватывает более широкий спектр макрофакторов в окружающей среде. Таким образом, комбинированный анализ позволяет получить более полную картину ситуации.

2. *Выявление взаимосвязей между факторами.* В отдельности ни SWOT-анализ, ни PEST-анализ не дают представление о взаимосвязи рассматриваемых факторов. Но в случае одновременно-

го использования обоих инструментов, необходимо сопоставлять факторы друг с другом и искать закономерности. политическая стабильность или изменения в законодательстве могут создавать новые возможности или угрозы для компании. Эти внешние факторы могут напрямую влиять на сильные и слабые стороны организации, что будет учтено только при использовании обоих описанных методов анализа.

3. *Улучшенная стратегическое планирование.* SWOT-анализ служит для определения сильных сторон, которые могут быть использованы для развития бизнеса, а также слабых сторон, которые нужно устранить. PEST-анализ может помочь определить возможности и угрозы, которые способны повлиять на бизнес. Комбинированный подход к использованию этих инструментов позволит компании разработать стратегию, которая учитывает все факторы, влияющие на ее бизнес.

4. *Более точное прогнозирование.* PEST-анализ служит для определения тенденции изменений в политической, экономической, социальной и технологической среде, которые могут повлиять на бизнес в будущем. SWOT-анализ поможет компании определить ее сильные и слабые стороны, которые могут помочь ей адаптироваться к изменениям во внешней среде. Комбинированное использование этих инструментов позволит компании более точно прогнозировать будущие тенденции и изменения в ее бизнес-среде [5].

5. *Оптимальное использование ресурсов.* С помощью SWOT-анализа необходимо определить, какие ресурсы компания может использовать наиболее эффективно, основываясь на ее сильных сторонах. PEST-анализ даст понимание, какие ресурсы могут быть необходимы в будущем, основываясь на изменениях во внешней среде. Комбинированное использование этих инструментов может помочь компании использовать свои ресурсы наилучшим образом.

6. *Учет приоритета.* Одной из стадий PEST-анализа является рассмотрение степени значимости каждого фактора. После оценки значимости выбираются основные факторы, возникновение которых наиболее вероятно, а влияние которых на предприятие будет наиболее сильным. Затем эти факторы относятся в SWOT-анализ, в рамках которого оценка значимости не проводится. Таким образом, только комбинированное использование данных методов анализа позволит оценить значимость факторов, влияющих на предприятие.

Необходимо понимать, что комбинация SWOT-анализа и PEST-анализа не является универсальным решением. Несмотря на то, что эти два инструмента хорошо дополняют друг друга, все равно остаются недостатки, присущие обоим инструментам, и эти недостатки необходимо учитывать. Это такие недостатки, как:

1) *субъективность.* И PEST-анализ, и SWOT-анализ составляются людьми, которые не всегда могут быть объективны в своих выводах. Комбинированный подход никак не устранил данную проблему;

2) *трудозатраты.* Совместное использование двух методов оценки требует больше времени, усилий и, соответственно, финансовых затрат. Это может быть критичным недостатком для небольших компаний, только начинающих свою деятельность;

3) *необходимость регулярного обновления.* Оба инструмента имеют этот недостаток, ведь даже самый опытный эксперт не может предсказать все изменения в будущем. Поэтому и PEST-анализ, и SWOT-анализ должны проводиться каждый год. В купе с недостатком под номером 2, необходимость регулярного обновления данных может послужить препятствием для использования комбинированного подхода, ведь каждый год тратить время и силы на проведение сразу двух маркетинговых анализов может не каждая компания. В некоторых ситуациях будет целесообразнее выбрать какой-то один метод;

4) *недостаточная глубина анализа.* SWOT-анализ и PEST-анализ могут быть полезными инструментами для получения общего представления о ситуации в организации. Однако они могут не учитывать все нюансы и детали, которые могут иметь важное значение для принятия решений, даже при одновременном использовании. И хотя при комбинированном подходе данные методы позволяют охватить и проанализировать множество факторов, никто не может дать гарантии, что будут учтены все возможные ситуации [6];

5) *ограниченность в принятии решений.* SWOT-анализ и PEST-анализ могут помочь в обнаружении проблем и возможностей для организации. Однако они не предоставляют конкретных рекоменда-

даций или решений, которые могут помочь организации достичь своих целей. Это означает, что вместе с двумя методами анализа, необходимо пользоваться также инструментом для принятия решений, например, «мусорным контейнером», что еще раз повысит финансовые и временные затраты, особенно при ежегодном анализе внешних и внутренних факторов для предприятия [7].

### **Заключение**

Подводя итоги, можно сказать, что комбинированный подход при использовании SWOT-анализа и PEST-анализа может помочь большинству компании стать более успешными и эффективными. Эти два метода прекрасно дополняют друг друга, помогая организации получить более полное представление о своей внутренней и внешней среде, выявить проблемы и возможности, и разработать стратегию для достижения своих целей. Однако необходимо учитывать, что даже при совместном использовании этих методов остается ряд недостатков: необходимость прилагать большие усилия, ограниченность в принятии решений, необходимость регулярного обновления. При проведении SWOT-анализа и PEST-анализа невозможно гарантировать успешность предприятия.

Тем не менее если использовать SWOT-анализ и PEST-анализ с умом и осторожностью, а также дополнять их другими инструментами для принятия решений, они помогут организации разработать эффективную стратегию, учитывая как внутренние, так и внешние факторы, и достичь успеха в своих целях и задачах.

### **Список источников**

1. *Токарев В.* SWOT-анализ и стратегический аудит фирмы и стартапа: собр. соч. Кн. 19. М.: Litres, 2021. 184 с.
2. *Жданкин Н. А.* Современный стратегический анализ: учеб. пособие / Н. А. Жданкин. М.: МИ-СиС, 2014. 65 с.
3. *Токарев В.* Стратегическая экспресс-диагностика. Кн. 2: Опасности и возможности во внешней среде. М.: Litres, 2016. 50 с.
4. *Мясникова Е. Б.* Стратегический менеджмент практикум: учеб. пособие. Тула: ТулГУ, 2016. 101 с.
5. *Беликова Е. В.* Практикум по стратегическому менеджменту. Волгоград: Волгиздат, 2012. 126 с.
6. *Кузнецова Е. Ю.* Современный стратегический анализ: учеб. пособие. Екатеринбург: Уральский университет, 2016. 124 с.
7. *Токарев В.* SWOT-анализ новой карьеры. М.: Ridero, 2018. 253 с.

УДК 661.937.6

**Е. А. Чекмаев**

студент кафедры конструирования и технологий электронных и лазерных средств

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ЛУНЕ**

В 2019 году создана новая международная программа «Артемида» по доставке землян на Луну [1]. Известно, что заинтересованность в данном проекте высказало 26 стран. В то же время в России и Китае появились планы космических исследований. Так, руководство Роскосмоса и Китайского национального космического управления планируют создать научную лунную базу к 2035 году.



Рис. 1. Поверхность Луны

Одной из наиболее важных систем в пилотируемом космическом аппарате (КА) является система жизнеобеспечения (СЖО), в которой выделяют средства обеспечения газового состава (СОГС), водообеспечения (СВО), санитарно-гигиенического обеспечения и обеспечения пищей. СЖО может быть построено по открытой схеме (обеспечение космонавта идет из запасов веществ на КА), полужамкнутой схеме (частичная регенерация воды, получение кислорода из воды путем электролиза), замкнутой схеме (регенерация всей воды, кислорода из углекислого газа) [2].

В настоящее время нет полностью замкнутых СЖО. Считается перспективной разработка СОГС с возможностью реализации на практике переработки углекислого газа методом гидрирования водородом по реакции Сабатье [3] (1) с получением кислорода и метана с последующим его разложением на водород и углерод (2):



Для разработки новых лунных программ важна замкнутость системы регенерации воздуха. Однако с учетом большой стоимости доставки газа на Луну нужно учесть его потери при эксплуатации

базы. Кроме того, кислород, необходимый для дыхания, используется еще и как окислитель в ракетном топливе. Таким образом, становится очевидной необходимость добычи этого газа на спутнике Земли.

Лунный реголит представляет собой рыхлый обломочный материал, который образован под многолетними воздействиями ударно-взрывных процессов кратерообразования (рис. 2).

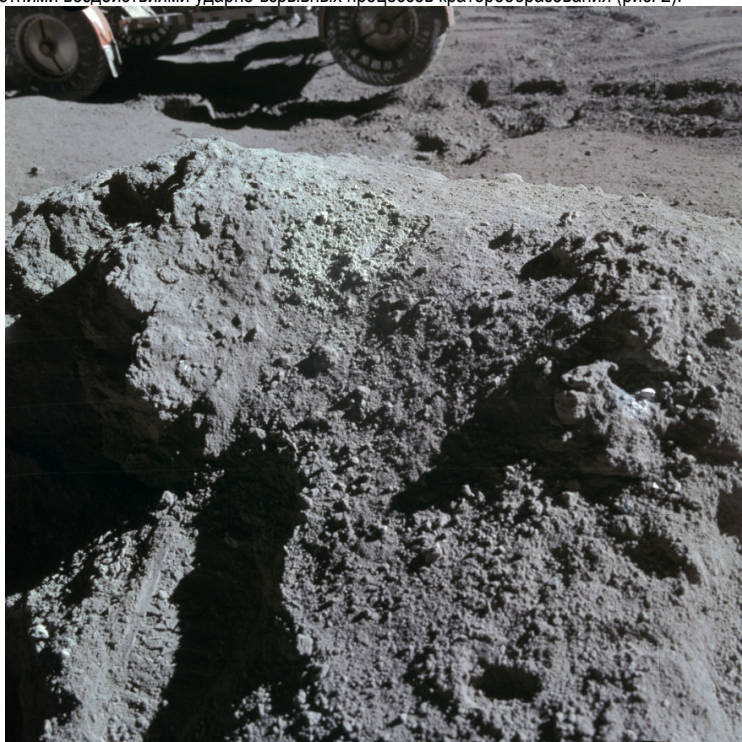


Рис. 2. Вид реголита в районе моря Спокойствия

По химическому составу реголит представляет собой смесь преимущественно оксидов кремния, алюминия, титана, железа. Пробы доставлены экспедициями Луна-16, Луна-20, Апполон-15, Апполон-17, Чанъэ-5. Поэтому массовая доля кислорода, содержащегося в лунном грунте, доходит до (40÷45) % от его массы [4].

В настоящее время существует несколько способов добычи кислорода из лунного реголита. Два из них наиболее результативны.

Первый заключается в термическом разложении реголита в вакууме [5]. Примером этой реакции служит процесс с участием диоксида кремния (3):



Однако этот процесс происходит при температурах более 1000 К, что приводит к необходимости использования термостойких материалов в камере разложения и повышенным затратам электроэнергии на нагрев породы. Решением проблемы является использование концентрированного пучка солнечного света. Внешний вид прототипа установки представлен на рис. 3. Возникла необходимость увеличения мощности сосредоточенного солнечного излучения, которая привела к использованию зеркального концентратора (рис. 4) в более поздних прототипах установки.



Рис. 3. Прототип установки для термического разложения реголита



Рис. 4. Внешний вид зеркального концентратора солнечной энергии

Метод термического разложения реголита в вакууме с помощью солнечного излучения позволяет повысить КПД получения кислорода из лунного грунта, а оставшиеся расплавленные вещества могут быть использованы в качестве строительного материала.

Основой второго метода является электролиз смеси истолченного твердого реголита и расплава хлорида кальция для уменьшения температуры реакции [6] (рис. 5). При пропускании постоянного тока происходит восстановление металлов, содержащихся в лунном грунте и выделение на аноде кислорода. Для извлечения 95 % кислорода из реголита потребуется около 50 часов, но первые 75 % извлекаются всего за 17<sup>h</sup>. По мнению авторов [6], порода после проведения описанной реакции пригодна для дальнейшего использования в качестве строительного материала и источника полезных ископаемых.

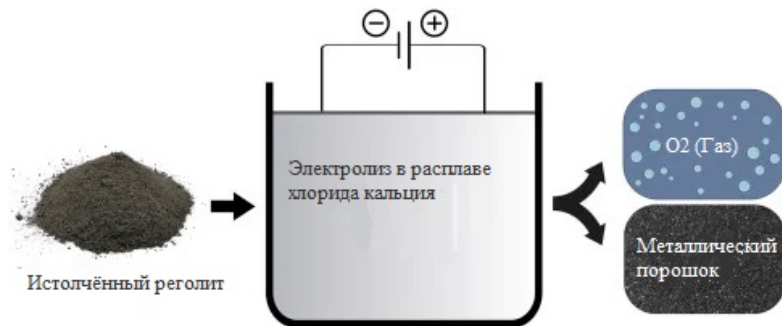


Рис. 5. Схема получения кислорода из лунного реголита

С учетом новых космических программ России и Китая, ориентированных на создание лунных поселений, становится ясно, что необходимо не только экономить кислород путем создания полностью замкнутой СЖО, но и добывать газ непосредственно на спутнике Земли. В октябре 2021 года китайские исследователи сообщили о проведении экспериментов по термическому разложению реголита во время одной из лунных миссий и о том, что «был достигнут некий прогресс» [1]. Откуда следует, что указанный метод уже используется при проведении исследований.

#### Список источников

1. *Детинич Г.* Китай смог добыть кислород из грунта прямо на Луне. URL: <https://3dnews.ru/1051714/kitay-smog-dobit-kislород-iz-grunta-pryamo-na-lune> (дата обращения: 29.10.2022).
2. *Гузенберг А. С., Рябкин А. М.* Жизнеобеспечения система // Большая российская энциклопедия. URL: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/1982544?ysclid=4ij2ghkm760726417](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/1982544?ysclid=4ij2ghkm760726417) (дата обращения: 20.10.2022).
3. *Бобе Л. С., Гаверилов Л. И.* Регенерация воды и атмосферы на космической станции: опыт орбитальных станций «Салют», «Мир» и МКС, перспективы развития: Доклад на конференции IAC–10. A1.6.6. URL: <https://niichimmash.ru/press/publications/regeneratsiya-vody-i-atmosfery-na-kosmicheskoy-stantsii-opyt-orbitalnykh-stantsiy-salyut-mir-i-mks-p/> (дата обращения: 20.10.2022).
4. *Скворцова Н. Н., Майоров С. А., Малахов Д. В.* О пылевых структурах и цепных реакциях, возникающих над реголитом при воздействии излучения гиротрона // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2019. Т. 109. № 7–8. С. 452–459.
5. *Cardiff E.* Vacuum Pyrolysis and Related ISRU Techniques, NASA Goddard Space Flight Center.
6. *Lomax B.* Oxygen and metal from lunar regolith. URL: <https://phys.org/news/2019-10-oxygen-metal-lunar-regolith.html> (дата обращения: 20.10.2022).



УДК 6567

**Б. В. Чурюмов**

студент кафедры прикладной информатики

**Д. Ю. Волков**

кандидат физико-математических наук, доцент – научный руководитель

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПОСРЕДСТВОМ ЧАТ-БОТА В МЕССЕНДЖЕРЕ TELEGRAM, МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ И REST API

### Введение

В современном мире информационные технологии внедряются почти во все виды человеческой деятельности. Если в сфере деятельности необходимо постоянно обмениваться информацией, то нужно создать ресурс, позволяющий реализовывать данную потребность. Образовательный процесс почти полностью состоит из информационного обмена между его участниками. Помимо получения знаний, на занятиях участники образовательного процесса обмениваются иной информацией. Для успешной работы всех участников следует минимизировать время на получение данной информации. При этом необходимо учитывать все особенности предприятия, организующего образовательный процесс. Основными участниками университетского образовательного процесса являются преподаватель и студент. Информационный обмен между ними достаточно сложный процесс, часто зависящий от индивидуальных особенностей его участников. В век, когда человек в прямом смысле не расстается с телефоном, когда мессенджеры и социальные сети составляют большую часть времени препровождения в сети, закономерно возникновение идеи переноса этого взаимодействия на современные платформы.

Главными задачами проекта стало создание:

— мобильного приложения с необходимой информацией для обучения и интеграцией уже существующих сервисов, которые применяются в процессе обучения студентов;

— Telegram-бота с возможностью создания, оценивая, накопления, хранения, рассылки как на уже существующие задачи, хранящиеся в мобильном приложении, так и заново созданные задания, контрольные работы и тесты;

— User-Friendly интерфейсов и прикладных функций.

Практическая значимость результатов заключается в том, что разработанная информационная система позволит автоматизировать учебные процессы и улучшить взаимодействие преподавателя и студента на уровне совместного использования цифровых продуктов. А использованные при решении этой задачи методы, можно использовать и в других проектах, для улучшения их работоспособности.

Целью работы было поставлено создание автоматизированной системы, обеспечивающей максимально возможную цифровизацию учебного процесса посредством создания приложений на мобильных платформах, а также Web-приложений. Также важной частью было наладить взаимосвязь распределенных частей сервиса и реализовать целостную систему, выполняющая поставленные задачи.

При выполнении технических работ был использован следующий инструментарий:

— интегрированные среды разработки: JetBrains IntelliJ IDEA 2021.3, JetBrains PyCharm Professional 2022.2.3, JetBrains DataGrip 2022.2.4, Android Studio Dolphin 2021.3.1 Patch 1 by Google;

— поставщик системой управления базами данных – PostgreSQL 14, SQLite;

— сервис облачных вычислений и S3 Bucket в составе SaaS-платформы Yandex. Cloud;

— использование методики хранения и использования различных версий программного продукта посредством системы контроля Git и коллективного владения программным кодом на основе сервиса (удаленного репозитория) Github;

— проводник для использования гибкой методологии разработки Agile – task-трекер Jira.

## Разработка мобильной части приложения

Android – операционная система для смартфонов, планшетов, электронных книг, цифровых проигрывателей, наручных часов, фитнес-браслетов, игровых приставок, ноутбуков, нетбуков, смартбуков, очков Google Glass, телевизоров, проекторов и других устройств.

Android позволяет запускать Java-приложения, управляющие устройством через разработанные Google библиотеки. Android Native Development Kit позволяет портировать библиотеки и компоненты приложений, написанные на языке программирования Си и других языках.

В 86 % смартфонов, проданных во всем мире во втором квартале 2014 года, была установлена операционная система Android. В мае 2017 года Google объявила, что за всю историю Android было активировано более 2 млрд Android-устройств. На май 2021 это число устройств превысило 3 млрд.

### *Основная задача подсистемы*

Главной задачей мобильного приложения было обеспечением быстрого и открытого доступа ко всем материалам учебного курса, доступных в электронном виде, а также в создании новых материалов на основе сторонних сервисов или на основе других частей информационной системы и интеграции их в мобильное приложение.

### *Основной функционал*

Основной функционал системы делится на две части, одна из которых является сборником уже доступных материалов, статических файлов, необходимых для обучения, а вторая является активной частью использования приложения, где студент может пройти тестирование или получить домашнее задание.

### *Сборник*

#### *Энциклопедия*

В этой части приложения сосредоточена вся краткая справочная информация, отсортированная по алфавиту, представляющая собой электронную энциклопедию.

#### *Сопроводительные материалы*

Данная часть приложения является проводником используемым источникам учебной информации, таких как учебники, сборники, учебным курсам и т. д.

#### *Задачки*

Данная функциональная часть представляет собой интегрированные в приложения задачки, а также реализован функционал для User friendly использования цифровых версии источников. Здесь доступен поиск по номерам задач, по названию, по главам и обычный список задач, а также удобная навигация по задачам. Также каждая задача может быть изменена в визуальном представлении для удобного просмотра пользователями, а также сохранена на устройство или отправлена через сторонние сервисы.

#### *Часть взаимодействия*

#### *Тесты*

Здесь происходит интеграция с платформой Google Forms, для обеспечения быстрого доступа к разработанным заранее тестам.

Google Forms – это программное обеспечение для администрирования опросов, входящее в состав бесплатного веб-редактора Google Docs Editors, предлагаемого Google. Сервис также включает в себя Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Drawings, Google Sites и Google Keep. Отслеживание результатов можно моментально оценить на самой платформе.

#### *Домашние задания*

Данная часть позволяет использовать добавленные ранее преподавателем задания в базу данных, посредством загрузки его в базу данных через специальный интерфейс приложения, после чего, оно, по желанию преподавателя, будет доступно тем или иным студентам в приложении.

#### *Общий функционал*

#### *Аутентификация*

Аутентификация – процедура проверки подлинности, например, проверка подлинности пользователя путем сравнения введенного им пароля с паролем, сохраненным в базе данных пользовательских логинов; подтверждение подлинности электронного письма путем проверки цифровой подписи письма по открытому ключу отправителя.

Здесь происходит определение приложением, кто в данный момент будет пользоваться приложением. Данная операция нужна лишь единственный раз, при первом запуске приложения, после чего данная операция будет проводиться автоматически.

*Настройки*

Здесь пользователь приложения может кастомизировать некоторые части приложения для собственного удобства использованием продуктом.

**Разработка чат-бота Telegram как часть приложения**

Telegram – кроссплатформенная система мгновенного обмена сообщениями с функциями обмена текстовыми, голосовыми и видеосообщениями, стикерами и фотографиями, файлами многих форматов.

*Основная задача подсистемы*

Главная задача подсистемы состоит в обработке, сборе и распространении домашних работ для студентов, посредством взаимодействия участников процесса через бот Telegram.

*Основной функционал*

*Добавление заданий*

Данная функция позволяет добавлять задания, их визуальное представление, сложность, стоимость в баллах и иные характеристики через пользовательский интерфейс приложения Telegram в базу данных заданий. Этими заданиями могут быть как файлы со списком задач, отдельные задания с изображением или без, а также задания из того или иного задачника, представленных в приложении.

*Распространение заданий*

Данная функция распространяет определенные задания определенным студентам/группам студентов посредством базы данных приложения и функций приложения Telegram.

**Интеграция**

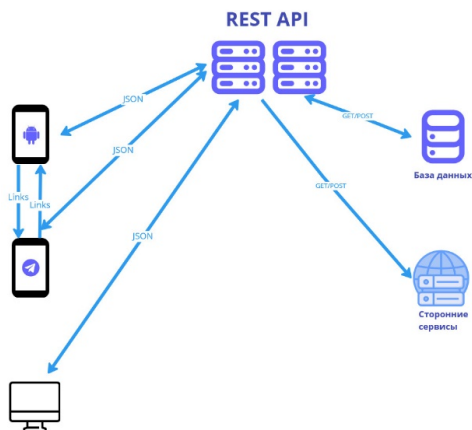


Рис. 1. Архитектура взаимодействия

**1. Основная идея**

Данная часть приложения объединяет части программного обеспечения как показано на (рис. 1) посредством проведения общего объектного хранилища и базы данных, используя протокол взаимодействия REST

REST – архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределенного приложения в сети. Другими словами, REST – это набор правил того, как программисту организовать написание кода серверного приложения, чтобы все системы легко обменивались данными и приложение можно было масштабировать.

Пользователь может выбирать как ему пользоваться приложением. Если ему необходимо сделать задание, загруженное через бота, то он может воспользоваться им, или же открыть это же задание через приложение, перейдя по ссылке, которая автоматически перенаправит его на нужный экран приложения, после чего он может вернуться обратно в Телеграм и отправить решение. Если же задание было взято из источника, например, из задачника, то бот отправит ссылку на это задание в приложении, или же пользователь может найти его самостоятельно, зайдя на экран с заданиями, и либо же найти его в списке, либо воспользовавшись поиском. Такое взаимодействие позволяет пользователю самостоятельно решать, как ему удобнее воспользоваться системой, и при удобном ему выборе в первый раз, в будущем это сэкономит ему много времени, особенно если учитывать, что при использовании приложения, у ученика есть фактически моментальный доступ к вспомогательным инструментам, таким как Desmos, энциклопедия или конвертер изображений, что еще больше ускоряет продуктивность ученика.

Конкретное взаимодействие между Телеграм-ботом и приложением реализовано на технологии Deep link.

Deep linking в Android – это техника, которая позволяет мобильным приложениям направлять пользователей на определенный контент или страницу внутри приложения, вместо того чтобы просто открывать страницу приложения по умолчанию.

Традиционно, когда пользователь нажимает на ссылку на приложение, оно открывается на домашнем экране или на странице по умолчанию. Однако при глубокой привязке ссылка может содержать дополнительную информацию, например, идентификатор или конкретный контент, который может быть использован для прямого перехода пользователя на определенную страницу или контент в приложении.

В данном приложении deep link содержит в себе номер задания из задачника, после чего при передаче этой ссылке приложению, программа парсит эту ссылку, находит задание с таким номером, перенаправляет пользователя на экран с данным заданием.

#### *Основные функции*

##### *Роутинг*

Маршрутизация (роутинг) веб-приложения – это процесс определения того, как URL-адреса или адреса приложения соответствуют определенным страницам или ресурсам на серверной части. Другими словами, это механизм, с помощью которого веб-приложение определяет, какой контент отображать на основе URL, запрошенного пользователем.

Данная функция разрешает использовать определенный функционал частей приложений используя энд-поинты – заголовки, помогающие приложению определять потребность частей системы в конкретном функционале. В конкретном примере роут с заданиями помогает приложению найти это задание в базе данных, роут с доступными сопроводительными материалами, помогает быстро найти и скачать необходимый учебник.

##### *База данных*

Реляционная база данных – это набор данных с предопределенными связями между ними. Эти данные организованы в виде набора таблиц, состоящих из столбцов и строк. В таблицах хранится информация об объектах, представленных в базе данных. В каждом столбце таблицы хранится определенный тип данных, в каждой ячейке – значение атрибута. Каждая строка таблицы представляет собой набор связанных значений, относящихся к одному объекту или сущности. Каждая строка в табл. может быть помечена уникальным идентификатором, называемым первичным ключом, а строки из нескольких таблиц могут быть связаны с помощью внешних ключей. База данных служит для сохранения пользователей, разделения их по ролям и сохранения работ, созданных преподавателем.

##### *Объектное хранилище*

S3 – это не иерархическая файловая система, а всего лишь хранилище ключей и значений, хотя ключ часто используется как путь к файлу для организации данных. Чтобы разместить файл в объ-

ектном хранилище S3, его необходимо поместить в бакет. Бакет (bucket – ведро) – это сущность для организации хранения в хранилище.

Объектное хранилище или S3 Bucket (Bucket, бакет) используется для сохранения «тяжелых» файлов, которые нельзя хранить в базе данных, для соответствия стандартам проектирования баз данных и рекомендациям оптимизации и сохранении производительности взаимодействия серверного приложения с его внешними частями, а также вспомогательных файлов, необходимых для распространения приложения. В данном случае она используется для загружаемых файлов с заданиями, так как еще существуют задания, которые хранятся в одном файле и используются преподавателями.

### Результаты

В результате разработки информационной системы было реализовано большое количество вариантов взаимодействия студентов и преподавателя через цифровизированную систему, тем самым показав ее необходимость. Главные цели работы были выполнены, а также была достигнута максимальная совместимость для других разработчиков при расширении и развитии функционала приложений, благодаря использованию современных методологий, практик и программного обеспечения.

### Заключение

Данное приложение демонстрирует новые практики взаимодействия мобильных приложений и мессенджеров. С помощью Deer link и генерацией ссылок для конкретных пользователей можно улучшить тот или иной сервис. Например, использовать такой механизм для персональных ссылок в Интернет-магазине, где с помощью бота отслеживалось какое-либо действие на той платформе, где он был реализован (например, если бот был написан для Телеграм или VK и проверял, не подписан ли пользователь на сообщество данного магазина, что являлось бы условием получения например промокода на скидку), после чего сервер генерировал для бота персональную ссылку со скидкой, после чего по этой ссылке пользователь мог перейти в приложение и ознакомиться с товаром, уже наблюдая товар со сниженной ценой. Это уменьшает затраты работы сервера, так как при применении промокода перед вводом данных об оплате на сервер придет дополнительный запрос с валидацией скидки или ее применением, учитывая тот же расход, для передачи неизменной информации пользователю при использовании каталога. С применением данного метода пользователь изначально получит актуальную информацию, и не должен будет отправлять на валидацию и на применение скидки запрос на сервер, что облегчит его работу, а сам сервис станет работать быстрее и отзывчивее. Это лишь один из способов применения данного метода, который бы наглядно показывал его суть, на самом деле использование подобной идеи не заканчивается на этом, и то, как это может быть использовано, – остается только за product-менеджером того или иного проекта, в данной работе была продемонстрирована одна из таких вариаций.

### Список источников

1. *Malhotra R.* Rapid Java Persistence and Microservices: Persistence Made Easy Using Java EE8, JPA and Spring. Apress, 2019.
2. *Ostermueller E.* Troubleshooting Java Performance: Detecting Anti-Patterns with Open Source Tools. Apress, 2017.
3. *Moskala M., Wojda I.* Android Development with Kotlin. Packt Publishing Ltd, 2017.
4. *Mednieks Z.* Programming android. O'Reilly Media, Inc., 2012.
5. *Vice R., Siddiqi M.* MVVM Survival Guide for Enterprise Architectures in Silverlight and WPF. Packt Publishing Ltd, 2012.
6. *Sun J., Satoh I.* Dynamic deployment of software components for self-adaptive distributed systems // Internet and Distributed Computing Systems: 7th International Conference, IDCS 2014, Calabria, Italy, September 22–24, 2014. Proceedings 7. Springer International Publishing, 2014. P.194–203.

УДК 621.039.56

**Д. С. Шукина**

магистрант кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

### АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА НА НОВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИЛАМЕНТИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Актуальность темы исследования обусловлена недостижимостью достаточного уровня автоматизации в традиционных литьевых производствах и невозможностью управления человеческим фактором, что влечет за собой всевозможные издержки. Концептуальная разработка системы послойного синтеза с удаленным управлением и модель оценки параметров для оценки качества работы данной системы обеспечит не только достаточный уровень автоматизации, но и сократит время обслуживания и перерасход ресурсов для выполнения процесса производства.

Целесообразность внедрения аддитивной ячейки послойного синтеза, основанной на полной автоматизации и квадратичном расположении 3D-принтеров (рис. 1) будет оценена несколькими методами, в том числе и проведением FMEA-анализа для выявления причин и последствий возникновения несоответствий при работе ячейки и способах ее решения.

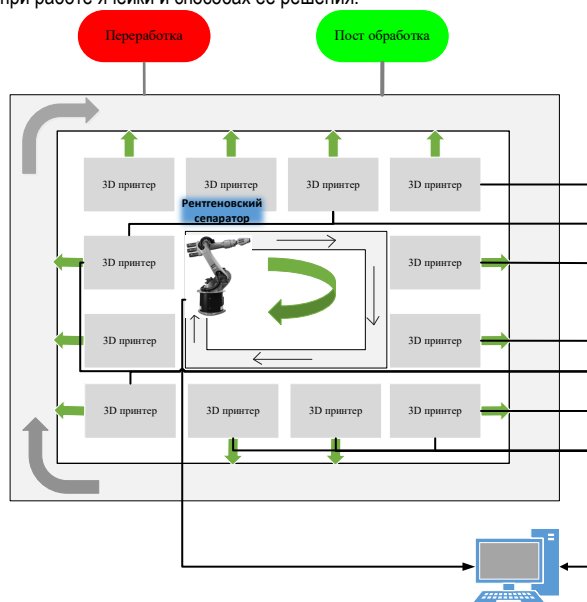


Рис. 1. Организация пространства производственной ячейки

Система включает в себя необходимые, обеспечивающие постоянный мониторинг и процесс производства аддитивного изделия элементы, такие как робот-манипулятор, конвейерная лента, 3D принтера, рентгеновский сепаратор, а также пункт управления.

Для развертывания нового процесса на производстве необходимо выявить требования к качеству продукции, произведенной по аддитивным технологиям (рис. 2).



Рис. 2. Требования к качеству продукции

В дальнейшем для организации производства и развертывания нового процесса необходимо разработать цикл.

Цикл PDCA или модель Шухарта – Деминга применяется на производствах для улучшения протекания процесса производства, а также повышения качества изделий.

Для внедрения системы производственной ячейки послойного синтеза, основанной на квадратичном расположении объектов, использовании робота манипулятора, рентгеновского сепаратора и полным исключением человеческого фактора (рис. 1) представлена схема использования цикла PCDA (рис 3).

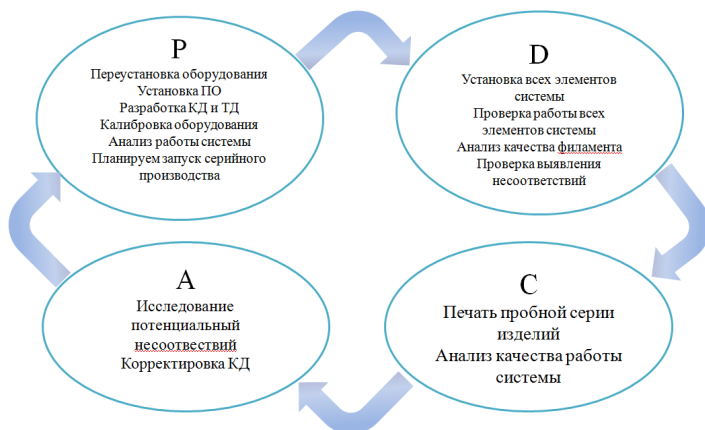


Рис. 3. Цикл PDCA для развертывания нового процесса

Показателями для оценки каждого из этапов будет общее время и целостность выполнения процесса, методы измерения визуальный, расчетный и экспертный, а количественный критерии определяются количеством рабочих дней на выполнение задания, а также процентные показатели для оценки, обозначенные для каждого из этапов цикла отдельно.

Фрагмент таблицы представлен в виде табл. 1.

## Фрагмент цикла PDCA для развертывания нового процесса производства

Этап	Что происходит	Показатель	Метод измерения	Критерий
P	1. Переустановка производственной линии в квадратичную производственную ячейку	Общее время и целостность	Расчетный и визуальный	Не более 5 рабочих дней
	2. Установка всех элементов системы	Общее время и целостность	Расчетный и визуальный	Не более 5 рабочих дней
	3. Разработка необходимой инструкции и карты технологического процесса	Общее время и целостность	Расчетный и визуальный	Не более 3 рабочих дней
	4. Калибровка и наладка системы	Общее время и работа системы	Расчетный и визуальный	Не более 1 рабочего дня
	5. Разработка технологической документации для работы системы	Общее время и целостность	Расчетный и визуальный	Не более 3 рабочих дней
D	1. Проверка работы всех элементов системы	Факт работы	Визуальный	Работающая система на протяжении всего времени производства пробной партии 10 единиц изделий
	5. Анализ качества филаментизированной нити	Соответствие показателям качества филаментизированной нити	Инструментальный	Полностью переработанный филамент в нить пробной партии, 2 метра
	6. Проверка выявления несоответствий рентгеновским сепаратором	Количество выявленных несоответствий	Инструментальный	Выявлено 95 % несоответствий
	8. Калибровка и наладка системы	Произведенная пробная партия изделий	Расчетный и визуальный	Произведенная партия изделий 10 штук
	9. Разработка технологической документации для работы системы	Разработка ТУ, Чертежа пробной детали, КТП	Интегрированный	Минимальный комплект конструкторской и технологической документации (ТУ, чертеж, КТП)
C	Контроль работы системы	Отсутствие сбоев работы системы	Визуальный, инструментальный	Работа системы без сбоев при печати пробной партии изделий
	Печать пробной серии изделий	Количество соответствующих изделий	Инструментальный	10 готовых изделий
A	Анализ данных времени и скорости принятия решений пункта управления и робота манипулятора	Скорость принятия решения системы при несоответствии	Расчетный	Система принимает решение за 3 секунды после выявления несоответствий
	Анализ количества соответствующих изделий	соответствие изделия ТЗ	Расчетный	90 % изделий соответствуют ТЗ
	Количество пропусков несоответствий системы	Отсутствие пропущенных несоответствий	Инструментальный	5 % несоответствий было пропущено
	Корректировка технологической документации	Актуализированный комплект документов	Интегрированный	Наличие актуализированного минимального комплекта документации



Одним из традиционных инструментов для прогнозирования отказа является метод анализа видов и последствий отказов (FMEA) из-за простоты его применения. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) – это методика анализа потенциальных отказов и последствий, которые могут появиться в процессах, системах или продукции. Этот анализ используется для оценки и управления рисками, связанными с отказами продукта и важности их последствий для потребителей. Приведен результат проведенного анализа в виде диаграммы Паретто (рис. 4). По результатам FMEA анализа были выявлены основные проблемы процесса 3D-печати. Из них наибольшее значение имеют: «распечатака не прилипает к платформе», «слои расщепляются и разделяются», «наплывы и натеки», «смещение слоев», «щели на верхнем слое изделия», «перегрев пластика», «лесенка из слоев»

FMEA анализ является очень важным инструментом для обеспечения безопасности и качества продукции. Правильное применение методики позволяет выявить и решить проблемы до их возникновения, что позволяет снизить риски и установить высокие стандарты качества продукции.

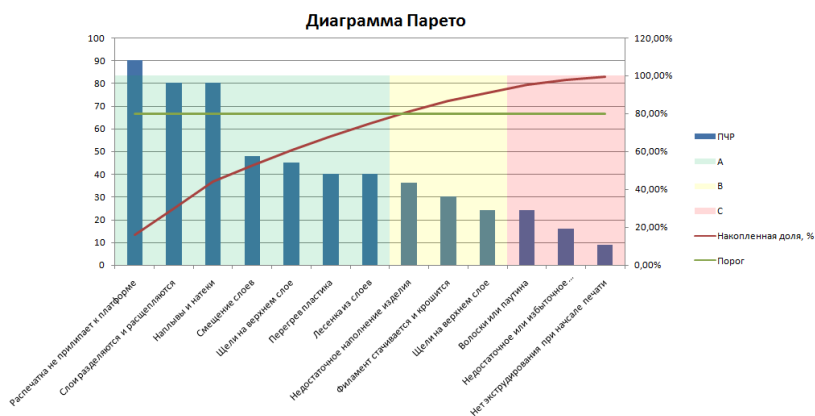


Рис. 4. Диаграмма Паретто

В результате проведенного анализа были выявлены приоритетные, промежуточные и незначительные несоответствия, 85 % из которых предложенная система может идентифицировать. Метод FMEA-анализа позволил оценить целесообразность внедрения по перечисленным выше показателям и показал положительный результат.

#### Список источников

1. *Шукина Д. С.* Концепция системы послойного синтеза с удаленным управлением, Метрологическое обеспечение инновационных технологий: III Междунар. форум / Под ред. академика РАН В. В. Окрепилова. СПб.: ГУАП, 2021. С. 451–452.
2. ГОСТ Р 57556-2017. Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний. М.: Стандартиформ, 2017.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования. М.: Стандарформ, 2015.
4. *Петрашкевич Е. Э.* Обеспечение качества аддитивного производства. СПб., 2018.
5. *Чабаненко А. В.* Модели методики обеспечения качества корпусных элементов, выполненных по аддитивным технологиям. СПб., 2019.

УДК 629.786

**К. В. Якимова**

студентка кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов

**Г. Л. Плехоткина**

кандидат физико-математических наук, ведущий инженер – научный руководитель

**«ТЯНЬГУН» – НОВАЯ КИТАЙСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ**

С 2016 года аэрокосмическая промышленность Китая находится на «быстром пути» инноваций и развития [1]. Строительство космической инфраструктуры неуклонно продвигается, завершена и открыта глобальная спутниковая навигационная система «Бэйдоу», в основном завершена система наблюдения Земли высокого разрешения, расширяется пропускная способность спутниковой связи и вещания, успешно завершён проект «трехэтапного» освоения Луны, «Тяньвэнь-1» добился скачка от системы Земля-Луна к межпланетным исследованиям, достиг блестящих достижений, привлёкших внимание всего мира. Очевидны большие успехи в Пилотируемой программе «Проект 921».

В сентябре 1992 года в Китае принято решение о реализации пилотируемого космического проекта, именуемого как «Проект 921» и определена его «трехэтапная» стратегия [2]. Первым шагом является запуск пилотируемого космического аппарата и проведение экспериментов по применению космической техники. Второй шаг – развитие технологии внекабинной деятельности космонавтов и технологии сближения и стыковки космических аппаратов, запуск космических лабораторий; Третий шаг – строительство долговременной космической станции.

По состоянию на ноябрь 2022 года Китай успешно завершил первые два этапа, что делает его третьей страной, в космических достижениях.

3 ноября 2022 в 9:32 по пекинскому времени\* (\*далее все моменты событий приведены по пекинскому времени) был завершён Третий этап – строительство космической станции Тяньгун [3] (кит. 天宫空间站 – *Небесный дворец*) – космическая станция (рис. 1), представляющая собой многомодульную сборочную космическую экспериментальную платформу, способную поддерживать космонавтов в долгом пребывании и долгосрочной работе на орбите. Экипаж состоит из трех или более тайконавтов, где каждая группа космонавтов будет работать на станции посменно в течение трех-шести месяцев, где рассчитан проектный срок службы 10 лет. Во время орбитальной эксплуатации пилотируемый космический корабль («Шэньчжоу») перевозит космонавтов туда и обратно, завершает ротацию экипажа, а грузовой корабль («Тяньчжоу») завершает подачу материалов и спуск отходов. Станция находится на высоте от 340 до 450 км (на низкой орбите) с наклоном в диапазоне 42–43 градуса. Она имеет Т-образную форму с базовым модулем «Тяньхэ» в середине и двумя пристыкованным по обе стороны лабораторными модулями «Вэньтянь» и «Мэнтянь». После завершения формирования основных элементов станции на ту же орбиту будет выведен автономный модуль «Сюньтянь» с оптическим телескопом. Общая масса станции после завершения ее сборки на орбите с пристыкованным грузовым и пилотируемым кораблями может составить, по разным оценкам 70–100 тонн.

Грузовой корабль «Тяньчжоу» (кит. 天舟 – *Небесный корабль*) отвечает за транспортировку припасов и полезных грузов, пополнение топлива, хранение и спуск отходов на орбиту для космической станции (или космической лаборатории) [2].

Пилотируемый космический корабль «Шэньчжоу» (кит. 神舟 – *Волшебная ладья*) разработан для транспортировки персонала и материалов между космосом и Землей, который соответствует международной технологии или превосходит ее. Космический аппарат может быть использован для нескольких целей на одном корабле, как для наблюдения орбиты и сближения, так и для стыковки летательных аппаратов для удовлетворения потребностей космоса и Земли [2].

Тяньхэ (кит. 天和 – *Гармония неба и Земли*) – базовый модуль, являющийся центром управления космической станцией и первым модулем, запущенным на орбиту. Модуль имеет общую длину 16,6 метра, максимальный диаметр 4,2 метра и взлетную массу 22,5 тонны. С ним стыкуются грузовые и пилотируемые корабли, из него возможны выходы в открытый космос. Также имеется пять портов до-

ступа к стыковке, роботизированная рука. Кроме того, есть лаборатория со встроенными модульными стойками для хранения научного оборудования и экспериментов [4]. 29 апреля 2021 года в 11:23 с космодрома Вэнчжан был успешно осуществлен пуск РН «Чанчжэн-5Б» с базовым модулем «Тяньхэ» [3].



Рис. 1. Космическая станция Тяньгун

Вэньтянь (кит. trad. 問天 – *Вопрошание к небу*) – первый экспериментальный модуль космической станции Тяньгун в Китае. Основная задача заключается в том, чтобы иметь унифицированные возможности управления и контроля сборки космической станции, а также возможность сближения, стыковки, транспозиции и причаливания с основным модулем; Поддерживать космонавтов в пребывании на орбите, обеспечивать специальные шлюзовые кабины и аварийные укрытия, а также обеспечивать безопасность космонавтов; Поддержка развития научных и технических экспериментов в герметичных кабинах и за ее пределами. Экспериментальный модуль Вэньтянь состоит из трех частей: рабочего модуля, шлюзового и ресурсного модуля, также имеет роботизированную руку. Модуль имеет общую длину 17,9 метра, диаметр 4,2 метра и стартовый вес 23 тонны [6]. Запуск модуля произведен с помощью ракеты-носителя «Чанчжэн-5В» с космодрома Вэнчжан 24 июля 2022 года в 6:22 [3].

Мэнтянь (кит. trad. 梦天 – *Небо мечть*) – экспериментальный модуль № 2. Космическая лаборатория Мэнтянь, похожая по размеру на Вэньтянь и Тяньхэ, оснащена собственным портом доступа к стыковке для взаимодействия с космическими кораблями (такими как корабли снабжения Тяньчжоу), что позволяет ему поддерживать другие модули и космические корабли для логистики и ремонта. Модуль оснащен расширенными возможностями для проведения экспериментов на орбите, включая восемь исследовательских кабин, имеет собственный шлюз. Мэнтянь также несет на себе набор инструментов, оснащенный роботизированной рукой, установленной для помощи в переноске груза и выпуске полезной нагрузки, которую можно использовать для запуска микроспутников, а также смарт-стекло дополненной реальности для помощи астронавтам в обслуживании [4]. Экспериментальный модуль космической станции Мэнтянь был запущен на орбиту и успешно пристыкован к основному модулю в 4:27 1 ноября 2022 года. 3 ноября сформировал базовую конфигурационную комбинацию «Т» космической станции с основным модулем Тяньхэ и экспериментальным модулем Вэньтянь, завершившим его строительство [3].

Сюньтянь (кит. трад. 巡天 – *Небесный часовой*) – планируемый китайский космический телескоп-рефлектор, находящийся в стадии разработки. Он будет оснащен основным зеркалом диаметром 2 метра (6,6 фута), что позволит увеличить разрешающую способность с помощью 2,5 гигапиксельной камеры в течение десяти лет. Запуск Сюньтянь запланирован на декабрь 2023 года на ракете Long March 5B, которая будет находиться на одной орбите с космической станцией Тяньгун, что позволит осуществлять периодическую стыковку со станцией. Телескоп будет полностью введен в эксплуатацию к 2024 году [7].

В будущем количество модулей на космической станции может быть увеличено до 6, а масса до 180 тонн, при этом космическая станция будет собираться в качестве «причала», научные объекты, такие как большие телескопы для обзора неба, также могут сопровождать полет. Будет создан автоматический грузовой корабль для снабжения станции. При проведении экспериментов эти сооружения могут летать самостоятельно. При возникновении необходимости технического обслуживания и пополнения запасов топлива, их можно самостоятельно пристыковать к космической станции, о которой заботится роботизированная рука, а астронавты космической станции могут выйти из капсулы для ремонта и обслуживания этих объектов.

«Строительство космической станции является важным ведущим проектом по созданию научно-технической и космической энергетики, и мы должны обеспечить успешное решение задачи по сборке и строительству космической станции», – подчеркнул Ян Хун, академик Китайской инженерной академии и главный конструктор системы космической станции пятой академии Аэрокосмической научно-технической группы [5], [3].

Китай строит космическую станцию на мировом передовом уровне и призывает все страны мира к совместной работе над созданием общего будущего для человечества и настаивает на проведении углубленных международных обменов и сотрудничества в космосе на основе равенства, взаимной выгоды, мирного использования и инклюзивного развития [1].

#### Список источников

1. Белая книга «Пространство Китая 2021», опубликованная Информационным агентством Синьхуа 28.01.2022 10: 25. URL: [https://m.thepaper.cn/baijiaohao\\_16494211](https://m.thepaper.cn/baijiaohao_16494211) (дата обращения: 15.03.2022).
2. Официальный веб-сайт «中国载人航天工程»// 关于工程. URL: <http://www.cmse.gov> (дата обращения: 15.03.2022).
3. Информационное агентство Синьхуа. URL: <http://www.xinhuanet.com>. Официальная газета Министерства науки и технологий Китайской Народной Республики «科技日» Выпуски 04.11.2022\30.04.2022\25.07.2022\02.11.2022\07.11.2022. URL: <http://www.stdaily.com> (дата обращения: 17.03.2023).
4. Китай запустил базовый модуль национальной космической станции. ТАСС (29 апреля 2021). / Модуль-лаборатория «Мэнтянь» состыковался с космической станцией КНР.
5. Трансляция. 6 ноября 2022 сообщение академика Ян Хуна на конференции Tencent Science WE 2022 года.
6. Вэньтянь // Интернет-энциклопедия 百度百科. URL: <http://www.baidu.com/> (дата обращения: 15.04.2023).
7. 轨道站的自主望远镜 (кит. Автономный телескоп для орбитальной станции) China Space-flight (7 июня 2016 г.).

УДК 658.5.011

**Э. С. Ярмонова**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. А. Дзюбаненко**

кандидат технических наук, доцент – научный руководитель

## СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

### Введение

С каждым годом возрастает значимость оптики и оптической промышленности в научно-техническом прогрессе. Достижения страны в данной сфере. С развитием информационных технологий термин «оптика» стал подразумевать под собой гораздо более широкий смысл, чем десятки лет тому назад. В настоящий момент оптическая отрасль включает в себя производство не только классической оптики, но и оптико-цифровой, оптико-механической техники, оптико-электроники, фотоники и опто-информатики. Таким образом, предприятия оптической промышленности нацелены на удовлетворение потребностей не только рядовых потребителей с практическим применением в народном хозяйстве, биологии и медицине, но и на удовлетворение потребностей государства в космических и военных сферах. Данная научная статья будет посвящена предприятию, специализирующемуся на оптико-электронной продукции. Оптико-электронными называют приборы, в которых информация об исследуемых или наблюдаемых объектах, переносимая оптическим излучением в различных диапазонах длин волн, получается на основе преобразования энергии этого излучения в энергию электрического сигнала [1].

Целью научной статьи является идентификация и анализ внешних и внутренних факторов предприятия оптической отрасли с оптико-электронной направленностью.

### Методы и материалы

Существует не малое количество методов и инструментов ситуационного анализа и стратегического планирования, но зачастую прибегают к применению именно SWOT-анализа. Данный метод распространено считается одним из самых эффективных и наиболее наглядных. SWOT является универсальным инструментом, адаптирующийся под любой тип объекта: продукт, услуга, процесс, организация любой отрасли, человек [2]. Классический SWOT-анализ преимущественно лишь демонстрирует присутствие для объекта сильные и слабые стороны, а также устанавливает потенциальные варианты позитивного и негативного развития объекта.

Классическая или стандартная модель SWOT включает в себя четыре категории: сильные стороны, слабые стороны, возможности, угрозы. Такая интерпретация данного анализа несет лишь описательный характер, какие-либо математические расчеты в ней отсутствуют, что является большим недостатком [3].

Анализируя предприятие оптико-электронной отрасли, необходимо подчеркнуть некоторые моменты, связанные его спецификой. Во-первых, количество предприятий-производителей в данной сфере сравнительно мало. Во-вторых, большинство предприятий в данной сфере работают в кооперативе с научно-исследовательскими центрами, университетами и другими предприятиями данной отрасли. По этой причине как таковая высокая конкуренция отсутствует, особенно относится это к продукции военного и космического назначения. В-третьих, выполнение государственных заказов военного назначения исключает возможность закупки комплектующих изделий не у российских производителей [4]. Учитывая данные аспекты, был составлен классический SWOT-анализ для предприятия оптико-электронной промышленности (табл. 1).

С учетом всех выявленных факторов, составлена сводная матрица SWOT (табл. 2) с вариантами возможных стратегий и факторами, влияющими на них.

Таблица 1

**Классический SWOT-анализ предприятия опτικο-электронной отрасли**

Сильные стороны Н	Слабые стороны L
<p>H1 – Известность компании и хорошая репутация;                      H2 – Опыт работы в сфере;                      H3 – Отсутствие высокого уровня конкуренции;                      H4 – Высоко квалифицированный технический персонал с большим опытом работы;                      H5 – Восприимчивость к разработке новых видов продукции;                      H6 – Подготовка молодых кадров и периодичное повышение квалификации сотрудников;                      H7 – Выпуск продукции по нескольким направлениям</p>	<p>L1 – Высокая степень зависимости от поставщиков;                      L2 – Наличие задолженности;                      L3 – Острая нехватка сотрудников (в том числе высокая текучесть кадров);                      L4 – Низкая заинтересованность рядовых сотрудников в развитии предприятия;                      L5 – Увеличение износа оборудования;                      L6 – Отсутствие замены оборудования на случай долговременной поломки</p>
Возможности V	Угрозы U
<p>V1 – Поддержка со стороны государства;                      V2 – Рост спроса на продукцию;                      V3 – Внедрение новых технологий;                      V4 – Стремительное развитие науки и промышленности;                      V5 – Появление новых поставщиков на рынке;                      V6 – Рост количества конкурсов грантов и потенциальных инвесторов</p>	<p>U1 – Снижение репутации перед поставщиками и/или покупателями;                      U2 – Дефицит на рынке альтернативных поставщиков;                      U3 – Снижение платежеспособности потребителя;                      U4 – Тренд на удаленную работу и спад тенденции трудоустройства «по профессии» у молодежи;                      U5 – Политическая ситуация в мире;                      U6 – Рост цен на КИ</p>

Таблица 2

**Сводная матрица SWOT предприятия опτικο-электронной отрасли**

Внутренняя среда	Внешняя среда	
	Возможности O	Угрозы T
Сильные стороны S	<p>HV1 – выпуск нового продукта на рынок (H1, H2, H3 H5, V2, V4, V5)                      HV2– выполнение государственных заказов (H1, H2, H4 H7, V1, V4)                      HV3 – расширение производственных линий (H2, H3 H5, V2, V3, V5)                      HV4 – сотрудничество с ВУЗами, стажировка студентов старших курсов (H1, H2, H3 H4, V1, V4)                      HV5 – инновационная деятельность, участие в конкурсах на грант (H2, H4, H5, V3, V4, V6)</p>	<p>HU1 – внедрение новой технологии с минимизацией закупаемых изделий (H2, H5, H4, U2, U6)                      HU2 – сотрудничество с научно-исследовательскими центрами в НИОКР (H1, H2, H5, U1, U5, U4)                      HU3 – перепрофилирование организации (H1, H5, H7, U1, U2, U3, U6)</p>

Внутренняя среда	Внешняя среда	
	Возможности О	Угрозы Т
Слабые стороны W	LV1 – разработка и внедрение новой системы управления персоналом и стимулирования труда (L5, L6, L6, V2, V3) LV2 – замена оборудования на современное (L5, L6, V1, V3, V4) LV3 – концентрация на выполнении только государственных заказов (L1, L2, L3, L4, L5, V1, V2)	LU1 – продажа компании (L1, L2, L3, L5, U1, U2, U3, U4) LU2 – отказ от производства побочных изделий или одной из производственных линий (L1, L2, L5, U1, U2, U3, U6) LU3 – изменение системы управления персоналом и внедрение новых методов стимулирования труда (L3, L4, U1, U4)

Дальнейшим шагом проведения углубленного анализа является экспертная оценка и расчет рангов показателей, полученных при проведении классического SWOT-анализа (табл. 1). Данный метод позволяет определить вес каждого показателя и отобрать наиболее значимые из них. В табл. 3 приведены полученные в результате расчетов взвешенно-бальные оценки и ранг каждого фактора.

Таблица 3

**Взвешенно-бальная оценка факторов предприятия опто-электронной отрасли**

Сильные стороны	Значимость	Оценка	Взвешенная оценка в баллах	Ранг	Возможности	Значимость	Оценка	Взвешенная оценка в баллах	Ранг
	$Z_i$	$N_i$	$S_i = Z_i \times N_i$	$L_i = \frac{S_i}{\sum S_i}$		$Z_i$	$N_i$	$S_i = Z_i \times N_i$	$U_i = \frac{S_i}{\sum S_i}$
$H_1$	3	5	15	0,140	$V_1$	3	4	12	0,117
$H_2$	5	5	25	0,234	$V_2$	5	5	25	0,243
$H_3$	2	4	8	0,075	$V_3$	4	4	16	0,155
$H_4$	5	4	20	0,187	$V_4$	4	5	20	0,194
$H_5$	4	4	16	0,150	$V_5$	5	2	10	0,097
$H_6$	1	3	3	0,028	$V_6$	5	4	20	0,194
$H_7$	5	4	20	0,187					
Итого:			107	1	Итого:			103	1
Слабые стороны	Значимость	Оценка	Взвешенная оценка в баллах	Ранг	Угрозы	Значимость	Оценка	Взвешенная оценка в баллах	Ранг
	$Z_i$	$N_i$	$S_i = Z_i \times N_i$	$L_i = \frac{S_i}{\sum S_i}$		$Z_i$	$N_i$	$S_i = Z_i \times N_i$	$U_i = \frac{S_i}{\sum S_i}$
$L_1$	5	5	25	0,250	$U_1$	4	2	8	0,099
$L_2$	4	5	20	0,200	$U_2$	5	4	20	0,247
$L_3$	3	5	15	0,150	$U_3$	5	2	10	0,123
$L_4$	2	4	8	0,080	$U_4$	3	5	15	0,185
$L_5$	3	4	12	0,120	$U_5$	4	4	16	0,198
$L_6$	4	5	20	0,200	$U_6$	3	4	12	0,148
Итого:			100	1	Итого:			81	1

Для более точной оценки показателей был проведен расчет потенциала (P) сильных и слабых сторон предприятия опто-электронной отрасли и реализации (R) его возможностей и угроз. В расчетах применена упрощенная формулы (1), матрица строится по принципу перемножения рангов рассматриваемых факторов по формуле (2) [5]:

$$\begin{cases} P_i^S = \sum K_{ij}^{so} - H_i \times \sum K_{ij}^{st} \\ P_i^W = \sum K_{ij}^{wo} - L_i \times \sum K_{ij}^{wt} \\ R_i^O = \sum K_{ij}^{so} - V_i \times \sum K_{ij}^{wo} \\ R_i^S = \sum K_{ij}^{st} - H_i \times \sum K_{ij}^{wy} \end{cases} \quad (1)$$

$$K_{11}^{so} = H_1 \times V_1 \quad (2)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Статистическая оценка показателей SWOT предприятия опто-электронной отрасли**

Ранг	Возможности						Угрозы						Потенциал	
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>		P
Сильные стороны	H <sub>1</sub>	0,016	0,034	0,022	0,027	0,014	0,027	0,014	0,035	0,017	0,026	0,028	0,021	0,138
	H <sub>2</sub>	0,027	0,057	0,036	0,045	0,023	0,045	0,023	0,058	0,029	0,043	0,046	0,035	0,227
	H <sub>3</sub>	0,009	0,018	0,012	0,015	0,007	0,015	0,007	0,018	0,009	0,014	0,015	0,011	0,074
	H <sub>4</sub>	0,022	0,045	0,029	0,036	0,018	0,036	0,018	0,046	0,023	0,035	0,037	0,028	0,183
	H <sub>5</sub>	0,017	0,036	0,023	0,029	0,015	0,029	0,015	0,037	0,018	0,028	0,030	0,022	0,147
	H <sub>6</sub>	0,003	0,007	0,004	0,005	0,003	0,005	0,003	0,007	0,003	0,005	0,006	0,004	0,028
	H <sub>7</sub>	0,022	0,045	0,029	0,036	0,018	0,036	0,018	0,046	0,023	0,035	0,037	0,028	0,183
Слабые стороны	L <sub>1</sub>	0,029	0,061	0,039	0,049	0,024	0,049	0,025	0,062	0,031	0,046	0,049	0,037	0,243
	L <sub>2</sub>	0,023	0,049	0,031	0,039	0,019	0,039	0,020	0,049	0,025	0,037	0,040	0,030	0,195
	L <sub>3</sub>	0,017	0,036	0,023	0,029	0,015	0,029	0,015	0,037	0,019	0,028	0,030	0,022	0,147



Ранг	Возможности						Угрозы						Потенциал Р
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	
L <sub>4</sub>	0,009	0,019	0,012	0,016	0,008	0,016	0,008	0,020	0,010	0,015	0,016	0,012	0,079
L <sub>5</sub>	0,014	0,029	0,019	0,023	0,012	0,023	0,012	0,030	0,015	0,022	0,024	0,018	0,118
L <sub>6</sub>	0,023	0,049	0,031	0,039	0,019	0,039	0,020	0,049	0,025	0,037	0,040	0,030	0,195
Реализация R	0,103	0,184	0,131	0,156	0,088	0,156	0,089	0,186	0,108	0,151	0,159	0,126	

Завершающим шагом в углубленном анализе факторов SWOT является анализ существующих возможностей рассматриваемого предприятия опто-электронной промышленности. Определим уровень реализации потенциальных возможностей предприятия в совокупности с его сильными внутренними факторами в моменте действующих на него угроз и собственных слабых сторон при осуществлении производственно-торговой деятельности. Полученным расчетным путем данные (см. табл. 4) распределим по «отрицательному» и «положительному» сегментам. Очевидно, что возможность и сильные внутренние факторы будут относиться к «положительному» сегменту, а оставшиеся – к «отрицательному». Результаты расчетов и распределения по секторам представлены в табл. 5.

Таблица 5

Суммарный уровень факторов внешней и внутренней среды

Показатель	Формула	Уровень	
		Отрицательные факторы	Положительные факторы
Возможности	$\sum R(V)$		0,819
Сильные стороны	$\sum P(H)$		0,980
Слабые стороны	$\sum P(L)$	0,978	
Угрозы	$\sum R(U)$	0,819	
Итого:		1,797	1,798

### Результаты

Таблица статистической оценки показателей SWOT-анализа предприятия опто-электронной отрасли позволяет выделить потенциал (P) сильных (H) и слабых (L) сторон предприятия, а также реализацию (R) возможностей (V) и угроз (U). В результате наиболее весомым потенциалом к реализации обладает угроза (U<sub>2</sub>), так как она имеет наибольший вес равный (0,247≈25 %).

Полученным расчетным путем данные (см. табл. 5) визуализированы с помощью матрицы Мак-Кинси [6] и представлены на рис. 1.

Уровень влияния угроз и отрицательных факторов внутренней среды	Высокий	2,33 - 4,00	Провал	Провал	Зона неопределенности
	Средний	0,67-2,33	Провал	<b>Нестабильный успех</b> Реализация Возможностей Предприятия оптико-электронной отрасли (1,797; 1.798)	Успех
	Слабый	0,00-0,66	Зона неопределенности	Успех	Успех
		0	0,00-0,66	0,67-2,33	2,33-4,00
			Слабый	Средний	Высокий
Реализация возможностей предприятия в совокупности с положительными факторами внутренней среды					

Рис. 1. Модель Мак-Кинси при определении успеха реализации возможностей предприятия

На построенной модели видно, что под действием влияния внутренних факторов и существующем уровне реализации угроз предприятие рассматриваемой отрасли имеет нестабильный успех реализации своих возможностей. Это говорит о том, что предприятию следует придерживаться стратегии сохранения своих позиций и не рисковать с целью расширения своих позиций.

### Обсуждение

Классического SWOT-анализ, кроме как в определении и описании внутренних и внешних факторов, влияющих на объект, не несет в себе никакой пользы. Чтобы получить практическую пользу от применения метода SWOT, нужно проводить углубленный анализ с применением статистических инструментов. По этой причине, достаточно подробно был изложен алгоритм действий для добросовестного проведения SWOT-анализа, по аналогии с которым любой сможет провести собственный SWOT.

Вероятно, можно выделить и слабые стороны проделанной работы. Такой является весьма общий перечень присущих предприятию факторов. Большого успеха можно добиться конкретизируя их. Однако в работе рассматривался общий вид предприятия конкретной отрасли, поэтому этот недостаток нельзя назвать критическим.

В ближайшем будущем планируется продолжение исследования предприятия. Дальнейшим шагом исследования может стать проведение PEST-анализа данного предприятия. Обзор одного и того же предприятия с разных ракурсов может помочь установить безошибочность результатов уже проведенного в этой статье анализа.

### Выводы

Проведенный SWOT-анализ текущей ситуации на предприятии оптико-электронной отрасли позволяет сделать вывод о принятии решения по выбору стратегии дальнейшего развития. В результате углубленно анализа было установлено, что предприятие рассматриваемой отрасли находится в положении нестабильного успеха. Другими словами, у предприятия равные шансы как на успех, так и на провал. Наиболее безопасным вариантом развития в таком случае является стратегия поддержания своих позиций, то есть отказ от неоправданных рисков, связанных с новой деятельностью. В такой ситуации наилучшим вариантом станет проработка слабых и укрепление сильных сторон предприятия.

**Список источников**

1. *Мордвин Н. Н., Попов Г. Н.* Концепция построения оптико-электронных приборов наблюдения универсального назначения // *Приборостроение*. 2009. № 6. С. 34–38.
2. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. М.: Стандартинформ, 2020. 85 с.
3. *Коляда Н. Я.* Роль SWOT и SNW-анализов в процессе стратегического управления компанией // *National Science*. 2023. N 5. P. 38–45.
4. Указ Президента Российской Федерации от 10.09.2005 № 1062 (ред. от 30.05.2022 № 331) «Вопросы военно-технического сотрудничества Российской Федерации с иностранными государствами» // *Собрание законодательства Российской Федерации*. 2005. № 38. Ст. 3800.
5. *Кизка Н. Д., Янгиров А. В.* Модель углубленного SWOT-анализа model depth SWOT-analysis // *Вестник БГТУ имени В. Г. Шухова*. 2014. № 3. С. 109–115.
6. *Краковский Ю. М., Карнаухова В. К., Тюрнев А. С.* Статистическая проверка однородности оценок экспертов при стратегическом позиционировании объектов по модели Мак-Кинси // *Известия БГУ*. 2006. № 1. С. 26–30.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Агафонов А. Е., Смирнова А. С.</i> ОПЫТ РАЗРАБОТКИ САЙТА-АГРЕГАТОРА ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА .....	3
<i>Агиева В. М., Пучкова О. К.</i> ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ КРИМИНАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА .....	8
<i>Баканова Д. А., Вершинина Л. П.</i> ФОРМАЛИЗАЦИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗ ЗНАНИЙ.....	13
<i>Баницкий В. М., Соколовская М. В.</i> ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА САЙТОВ .....	17
<i>Белостоцкий Г. А., Гулевитский А. Ю.</i> ЯПОНСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ .....	23
<i>Белостоцкий Г. А., Гулевитский А. Ю.</i> РОССИЙСКИЙ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ.....	28
<i>Боева Е. А., Плехоткина Г. Л.</i> НОВОСТИ О ДВОЙНЫХ ЗВЕЗДНЫХ СИСТЕМАХ .....	33
<i>Боева Е. А., Плехоткина Г. Л.</i> МАГНИТАРЫ – КОСМИЧЕСКИЕ МАГНИТЫ .....	37
<i>Вагенлейтер К. А., Милова В. М.</i> ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ .....	40
<i>Вечирко М. С., Плехоткина Г. Л.</i> ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИЛЛИСЕКУНДНОГО ПУЛЬСАРА СО ЗВЕЗДОЙ-КОМПАЬНОМ .....	46
<i>Гаврилова А. Д., Дзюбаненко А. А.</i> РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....	49
<i>Горшков Р. А., Трегуб Д. А., Плехоткина Г. Л.</i> НОВЕЙШИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ ИМПАКТНЫХ СОБЫТИЙ .....	53
<i>Гурьянов А. И., Курлов В. В.</i> БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	56
<i>Гурьянов А. И., Курлов В. В.</i> ИННОВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ .....	60
<i>Давыдов Е. Н., Смирнова А. С.</i> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА .....	65
<i>Давыдов Е. Н., Смирнова А. С.</i> УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК ЭКОЛОГИЧНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ .....	69
<i>Дементьев К. А., Назаревич С. А.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ОДНОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ .....	74
<i>Дементьев К. А., Назаревич С. А.</i> РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ИНТЕРАКТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ВОСПРИЯТИЯ ОКРУЖАЮЩИХ ПРЕДМЕТОВ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ .....	79

<b>Дитятков О. Л., Смирнова В. О.</b> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТАЛЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ .....	83
<b>Дмитриев И. Л., Дзюбаненко А. А.</b> SMED ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ .....	89
<b>Дмитриева Д. П., Смирнова А. С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГРУЗОВОГО ВОДНОГО ТРАСПОРТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ В 2018–2021 ГГ. ....	94
<b>Драчевская Л. Ю., Яковлев С. И.</b> ФРАКТАЛЫ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ .....	99
<b>Евсеева В. А., Вагенлейтер К. А., Милова В. М.</b> ВЫБОР КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	105
<b>Евстратьева Е. Е., Чабаненко А. В.</b> ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТВОРЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ И СКЛОННОСТЬЮ К ДЕПРЕССИИ.....	112
<b>Еременко Н. О., Плехоткина Г. Л.</b> ОЦЕНКА ЖИЗНЕПРИГОДНОСТИ ЭКЗОЛУН ГАЗОВЫХ ГИГАНТОВ .....	114
<b>Ерофеев Е. В., Гетманова Г. В.</b> СИСТЕМА LIMS КАК НЕОБХОДИМЫЙ АТРИБУТ ЛАБОРАТОРИИ.....	117
<b>Зайцев Т. А., Павлов В. С., Плехоткина Г. Л.</b> МЕТОД ТРАНЗИТНОЙ ФОТОМЕТРИИ.....	120
<b>Зинич П. А., Мишура Т. П.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ РАДИОСВЯЗИ «АРБАЛЕТ» .....	125
<b>Иванова Е. А., Вершинина Л. П.</b> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ПОИСКЕ .....	129
<b>Иванова И. Д., Гетманова Г. В.</b> АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РОССИИ.....	133
<b>Изотова С. С., Жильникова Н. А.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ И СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БАЗ ДАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	139
<b>Казидио Д. Ф., Чабаненко А. В.</b> АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОВЕРКА СИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	144
<b>Карапетьянц Д. К., Дзюбаненко А. А.</b> ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	149
<b>Карлюшева В. Н., Дьякова Г. Н.</b> МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА.....	153
<b>Колбинцев И. А., Мишура Т. П.</b> УЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ТРАССОВОМ АВТОМОДЕЛИРОВАНИИ.....	159
<b>Копыльцов Ю. А., Епифанцев К. В.</b> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОРОВ МОТОРНОГО ТОПЛИВА.....	162
<b>Котин Д. Р., Хорошева Д. А., Ассаул В. Н.</b> СУММИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН .....	169

<b>Красников Б. Ю., Удахина С. В.</b> К ВОПРОСУ О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН .....	173
<b>Краснова Т. Ф., Смирнова В. О.</b> ФАНДОМАТ – ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В СФЕРУ СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ .....	176
<b>Кукота А. Ю., Туманов А. Ю.</b> МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ АМБИЕНТНОГО ЭКВИВАЛЕНТА ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	180
<b>Лепешкина Е. С., Смирнова А. С.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ .....	185
<b>Лепешкина Е. С., Смирнова А. С.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОЧВ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	189
<b>Лукьянчук Н. С., Удахина С. В.</b> СМАРТ-КОНТРАКТЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-СРЕДЫ .....	193
<b>Лявданский К. В., Чекмаев Е. А., Плехоткина Г. Л.</b> НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ .....	197
<b>Марущенко Г. А., Чабаненко А. В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРА НА ЭЛЕМЕНТЕ ПЕЛЬТЬЕ В ЦЕЛЯХ ЭКОНОМИИ ПЕЧНОГО ТОПЛИВА И УВЕЛИЧЕНИЯ КПД ПЕЧИ .....	200
<b>Машковцев Р. Д., Плехоткина Г. Л.</b> ПОСЛЕДНИЕ НОВОСТИ О КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ НА ЗЕМЛЕ .....	204
<b>Мельниченко А. А., Вершинина Л. П.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИКИ .....	208
<b>Мешкова Л. Д., Козенко С. Л.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЮРИДИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	212
<b>Микулина А. А., Егоров А. Э., Епифанцев К. В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ .....	217
<b>Нестерчук И. С., Плехоткина Г. Л.</b> ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛУННОМ ГРУНТЕ ОТ СЕЛЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТЫ МЕСТНОСТИ.....	220
<b>Оглудин С. С., Плехоткина Г. Л.</b> СПОСОБЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ-СИРОТ .....	224
<b>Оглудин С. С., Молотков М. Ю., Плехоткина Г. Л.</b> ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ В БУДУЩЕМ.....	227
<b>Орлов Г. К., Епифанцев К. В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ.....	232
<b>Павлов В. С., Зайцев Т. А., Плехоткина Г. Л.</b> НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЗЕМЛИ ОТ АСТЕРОИДОВ .....	236
<b>Партнов Э., Жостун А. Е., Плехоткина Г. Л.</b> НОВАЯ ВЕРСИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛУНЫ.....	239

<i>Пашина Е. А., Назаревич С. А.</i> ВЫЯВЛЕНИЕ И МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....	242
<i>Пашина Е. А., Назаревич С. А.</i> РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ .....	245
<i>Писаренко А. Р., Смирнова А. С.</i> РАЗВИТИЕ КАРБОНОВЫХ ФЕРМ В РОССИИ ...	248
<i>Писаренко А. Р., Смирнова А. С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КИСЛОТНЫХ ДОЖДЕЙ НА ЭКОСИСТЕМЫ .....	253
<i>Подвязкин С. Д., Гетманова Г. В.</i> ПРОВЕДЕНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В РФ .....	258
<i>Подвязкин С. Д., Гетманова Г. В.</i> ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ПРОБЛЕМЫ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ЛЭП В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА .....	263
<i>Полянецкая О. О., Удахина С. В.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	268
<i>Помазан Е. В., Чупринова О. В.</i> МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ.....	274
<i>Примак Л. Д., Плехоткина Г. Л.</i> СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЯ МАРСА .....	278
<i>Прокудин Е. А., Турасова А. А., Епифанцев К. В., Абоева Н. А.,</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ LABVIEW.....	283
<i>Рахимова Г. Г., Дзюбаненко А. А.</i> ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ PEST-АНАЛИЗА.....	288
<i>Сайфов Р. К., Состина Е. В.</i> МАГИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ ЧИСЕЛ .....	293
<i>Свириденко А. В., Назаревич С. А.</i> МОДЕЛЬ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ 20 КЛЮЧЕЙ КОБАЯСИ.....	300
<i>Седин Л. И., Дзюбаненко А. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ДВС И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ.....	306
<i>Селиванов Д. А., Копытина Д. В., Епифанцев К. В., Абоева Н. А.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ .....	310
<i>Сероокий А. С., Кузнецов Д. А., Плехоткина Г. Л.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛОЩАДИ НЕСУЩЕГО ВИНТА ДЛЯ МАРСИАНСКИХ БПЛА .....	313
<i>Соловьев А. И., Токмакова Е. А., Бутенина Д. В.</i> ПРОТОКОЛ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ ДЛЯ СВЯЗИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ МЕЖДУ СОБОЙ .....	316
<i>Тарасова В. Р., Назаревич С. А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА УПАКОВКИ НА ОСНОВАНИИ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	321

<b>Тарасова В. Р., Назаревич С. А.</b> РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ .....	326
<b>Торопицына Е. М., Назаревич С. А.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОЛОС ПОТРЕБИТЕЛЯ ДЛЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА .....	331
<b>Торопицына Е. М., Назаревич С. А.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА В СООТВЕТСТВИИ С КОНЦЕПТОМ «ПЕТЛЯ КАЧЕСТВА» .....	336
<b>Усачев А. А., Турасова А. А., Епифанцев К. В., Абоева Н. А.</b> ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ .....	341
<b>Ушакова Т. Е., Назаревич С. А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К РАЗРАБОТКЕ И ПРОТОТИПИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНЫХ УЗЛОВ .....	343
<b>Харитонова Е. А., Поляков С. Л.</b> КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА ШУХАРТА КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА .....	347
<b>Харитонова Е. А., Поляков С. Л.</b> СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SWOT-АНАЛИЗА И PEST-АНАЛИЗА: ПРЕИМУЩЕСТВА КОМБИНИРОВАННОГО ПОДХОДА .....	352
<b>Чекмаев Е. А., Плехоткина Г. Л.</b> НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КИСЛОРОДА НА ЛУНЕ .....	357
<b>Чурюмов Б. В., Волков Д. Ю.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПОСРЕДСТВОМ ЧАТ-БОТА В МЕССЕНДЖЕРЕ TELEGRAM, МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ И REST API .....	361
<b>Щукина Д. С., Назаревич С. А.</b> АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА НА НОВОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ФИЛАМЕНТИЗИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	366
<b>Якимова К. В., Плехоткина Г. Л.</b> «ТЯНЬГУН» – НОВАЯ КИТАЙСКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ .....	370
<b>Ярмонова Э. С., Дзюбаненко А. А.</b> СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ .....	373



Научное издание

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Четвертая Всероссийская научная конференция

Молодежная секция

19–20 апреля 2023 г.

Сборник докладов

ISBN: 978-5-8088-1852-1



Ответственные за выпуск:  
кандидат технических наук, доцент *С. А. Назаревич*  
Редактор *Е. В. Торопова*  
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

---

Подписано к печати 03.07.23. Дата выхода в свет: 11.07.2023. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 22,4. Уч.-изд. л. 44,8. Тираж 150 экз. Заказ № 306.

---

Редакционно-издательский центр ГУАП  
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

Распространяется бесплатно