

ТОМ 10, №1, 2025

eISSN 2500-1779

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Молодой исследователь Дона

Технические науки / Физико-математические науки / Гуманитарные науки / Биологические науки / Социально-экономические и общественные науки / Медиакоммуникации



www.mid-journal.ru



Молодой исследователь Дона

Теоретический и научно-практический журнал (издается с 2016 г.)
eISSN 2500-1779

Том 10, № 1, 2025

Журнал создан в целях обеспечения современного качества образования на основе сохранения его фундаментальности и соответствия актуальным потребностям личности, общества и государства. Издание призвано способствовать укреплению, расширению целостного научно-информационного пространства России и успешной интеграции его в мировое научное информационное пространство.

В журнале публикуются научные статьи по:

- *техническим наукам;*
- *физико-математическим наукам;*
- *гуманитарным наукам;*
- *биологическим наукам;*
- *социально-экономическим и общественным наукам;*
- *медиакоммуникации.*

<i>Индексация:</i>	РИНЦ, CyberLeninka, РГБ
<i>Наименование органа, зарегистрировавшего издание</i>	Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-66530 от 21.07.2016 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
<i>Учредитель и издатель</i>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» (ДГТУ)
<i>Периодичность</i>	6 выпусков в год
<i>Адрес учредителя и издателя</i>	344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1
<i>E-mail</i>	spu-10.2.3@donstu.ru
<i>Телефон</i>	+7 (863) 2-738-508
<i>Сайт</i>	https://mid-journal.ru
<i>Дата выхода в свет</i>	20.02.2025



Редакционная коллегия

Главный редактор, Месхи Бесарион Чохоевич, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

выпускающий редактор, Комахидзе Манана Гивиевна, кандидат химических наук, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

заместитель главного редактора, Прокопенко Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

ответственный секретарь, Шевченко Надежда Анатольевна, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Тамаркин Михаил Аркадьевич, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Марчук Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, Институт сферы обслуживания и предпринимательства, филиал ДГТУ (Российская Федерация);

Языев Батыр Меретович, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Соловьёв Аркадий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, Крымский инженерно-педагогический университет имени Февзи Якубова (Симферополь, Российская Федерация);

Айзикович Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Закоротный Вилор Лаврентьевич, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Наседкин Андрей Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Карапелянц Алексей Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Пахомов Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Лаврентьев Анатолий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Бульгин Юрий Игоревич, доктор технических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Шуйский Анатолий Иванович, кандидат технических наук, доцент, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Пицулина Виктория Владимировна, доктор архитектуры, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Суханов Александр Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Пожарский Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Павлов Игорь Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Симонян Татьяна Владимировна, доктор экономических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Минасян Лариса Артуровна, доктор философских наук, профессор Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Рудская Елена Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Исакова Юлия Игоревна, доктор социологических наук, кандидат юридических наук, доцент, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Муругова Елена Валерьевна, доктор филологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Дружба Ольга Владимировна, доктор исторических наук, профессор Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Бондаренко Тамара Алексеевна, доктор философских наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Тазаян Араван Бабкенович, доктор философских наук, профессор Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Морозова Ольга Михайловна, доктор исторических наук, профессор Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Абросимова Нина Акоповна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Пономарева Елена Николаевна, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Пономарев Сергей Владимирович, доктор биологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация);

Солодовник Любовь Владимировна, доктор философских наук, кандидат социологических наук, профессор, Донской государственной технической университет (Ростов-на-Дону, Российская Федерация).

Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Экспериментальные исследования влияния условий окружающей среды на качество сварки труб из полиэтилена высокой плотности <i>И.Р. Антибас</i>	4
Влияние способов заточки металлорежущих инструментов на технологическую наследственность показателей качества обработанных поверхностей деталей <i>В.И. Бутенко, Р.Г. Кадач</i>	9
Способ демодуляции цифровых сигналов штатными средствами комплексного технического контроля <i>А.В. Волков, Н.С. Алексеев, Н.А. Науменко</i>	15
Предложение по реализации системы применения интеллектуальных систем в медицине <i>Н.В. Гапон, В.П. Деревянченко, А.А. Сафарьян</i>	20
Технологические особенности шпунтового ограждения строительного оборудования <i>В.В. Гарашко</i>	26
Методика поиска паттернов в сигналах изменения электрического тока на основе корреляционного анализа <i>И.О. Дудинов, А.Д. Лукьянов</i>	31
Освещение трасс при помощи возобновляемых источников энергии <i>И.Д. Ершова</i>	36
Разработка захватывающего устройства промышленного робота <i>Д.А. Каменский</i>	39
Модифицированная модель генетического алгоритма с увеличением числа кроссоверов для минимаксной оптимизации в многопроцессорных системах <i>В.Г. Кобак, В.А. Белодедов</i>	42
Интеграция цифровых технологий в управление агропромышленными комплексами: перспективы повышения эффективности и устойчивости производства <i>Н.С. Кудрявцев</i>	45
Конструкция воздушной линии электропередачи напряжением 110–500 кВ и анализ повреждаемости отдельных элементов на территории Ростовской области <i>В.Э. Левчук, Е.А. Заикина, Д.А. Данилин, А.А. Парпулова</i>	49
Сравнение частотного дискриминатора с измерителем частоты сигналов на основе совместного использования процедур скалярного пересечения и объединения <i>М.О. Лихоманов, Д.С. Сова, И.М. Гаврилов</i>	58
Применение многомерных методов математической статистики для выявления особенностей электроэнцефалографии <i>К.А. Мороз, А.С. Лещева, Мантоор Аммар</i>	64
Модификация биохимических анализаторов применением температурных RFID-меток <i>М.К. Суханов</i>	68
Управление жизненным циклом объектов капитального строительства в условиях изменения климата <i>С.Г. Шейна, И.А. Чернявский</i>	72

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Регулирование использования персональных данных: ответственность за нарушения в эпоху цифровых технологий <i>И.А. Селютина</i>	76
--	----

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений <i>П.А. Дубницкая</i>	79
Automation in Manufacturing Industry of Africa <i>Marina Uwibambe</i>	83
Агрессивное поведение младших школьников: факторы, способствующие его развитию <i>М.Ю. Елагина, Л.С. Батюк</i>	88

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 620.18

Экспериментальные исследования влияния условий окружающей среды на качество сварки труб из полиэтилена высокой плотности

И.Р. Антибас

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Трубы из полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) находят широкое применение в различных отраслях промышленности и строительстве благодаря своим прочностным характеристикам и долговечности. Существенное влияние на надежность трубопроводов из ПЭВП оказывает окружающая среда, которая, в свою очередь, затрагивает качество сварных соединений. Целью проведенных исследований было изучение воздействия степени концентрации пыли и скорости воздушного потока на процесс сварки труб из ПЭВП, что направлено на достижение высокого уровня качества сварных соединений и оптимизацию технологических процессов. Результаты исследования подчеркивают необходимость более глубокого понимания влияния окружающей среды на процесс сварки полиэтиленовых труб. Полученные данные демонстрируют, что традиционные параметры, такие как предел текучести и удлинение при разрыве, недостаточны для комплексной оценки качества сварки. Вместо этого более информативным критерием оказывается энергия разрушения. Визуальный анализ сварных швов выявил дефекты, такие как запыленность и пористость, что подтверждает негативное влияние загрязнения на процесс сварки.

Ключевые слова: полиэтилен, сварочный коэффициент, энергия разрушения, цементная пыль, глиняная пыль

Для цитирования. Антибас И.Р. Экспериментальные исследования влияния условий окружающей среды на качество сварки труб из полиэтилена высокой плотности. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):4–8.

Experimental Research on the Impact of Environmental Conditions on the Quality of High-Density Polyethylene Pipe Welding

Imad R. Antipas

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

High-density polyethylene (HDPE) pipes are widely used in various sectors of industry and in civil engineering due to their strength and durability properties. The reliability of HDPE pipelines is significantly affected by the environment, which affects the quality of welding joints. The conducted research aimed to study the influence of dust concentration and air flow rate on the process of HDPE pipe welding, striving to achieve a high level of welding joint quality and optimize the technological processes. The results of the research emphasize the need for a deeper understanding of the impact imposed by the environment on the polyethylene pipe welding process. The obtained data signify that traditional parameters such as yield strength and tensile elongation are not sufficient for a comprehensive assessment of the quality of welding. Whereas, the fracture energy turns to be a more informative parameter. Visual inspection of welding joints has revealed such defects as dust concentration and porosity, which confirms the negative impact of pollution on welding process.

Keywords: polyethylene, welding coefficient, fracture energy, cement dust, clay dust

For Citation. Antipas IR. Experimental Research on the Impact of Environmental Conditions on the Quality of High-Density Polyethylene Pipe Welding. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):4–8.

Введение. Качественная и своевременная доставка питьевой, а также технической воды потребителям приобретает все большее значение, и в этом контексте трубопроводы из современных материалов на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) становятся все более распространенными. Такие трубопроводы выделяются своими характеристиками, включая прочность, гибкость и устойчивость к коррозии. Процесс сварки играет ключевую роль в обеспечении высокой функциональности и структурной целостности трубопроводов [1–3]. Однако

наличие различных частиц пыли в воздухе может значительно осложнить соединение труб, приводя к загрязнению зоны сварки и, как следствие, к образованию слабых или дефектных соединений. Кроме того, ветер может влиять на процесс сварки, нарушая равномерность распределения тепла и скорость охлаждения расплавленного материала. Таким образом, исследование влияния пыли и ветра на характеристики сварки полиэтиленовых труб становится важной задачей для обеспечения качества и безопасности систем водоснабжения [4, 5].

Целью данного исследования является изучение влияния степени концентрации пыли и скорости воздушного потока на качество сварки стыков полиэтиленовых труб.

Основная часть. Исследуемая труба изготовлена из полиэтилена высокой плотности PE100, обладающего наружным диаметром 250 мм и толщиной стенки 22,7 мм. Соотношение диаметра к толщине (SDR) составляет 11, а максимальное давление, на которое рассчитана труба, равно PN = 16 бар.

Для изучения влияния пыли и скорости воздушного потока на качество сварки были выбраны два типа пыли — цементная и глинистая. В эксперименте также рассматривались три значения скорости воздушного потока, создаваемого вентилятором: $V_1 = 6,5$ км/ч, $V_2 = 8,0$ км/ч и $V_3 = 9,5$ км/ч. Кроме того, были установлены три расстояния между источником пыли и сварочной поверхностью: модель А — 30 см, модель В — 60 см и модель С — 90 см.

Сварка стыков труб проводилась в условиях стандартного давления и температуры с обеспечением защиты от пыли на этапе извлечения сварочной пластины.

Эксперименты были проведены в соответствии с EN ISO 527-1 с использованием растяжного устройства (рис. 1). На образцах (рис. 2) проводились испытания при скорости растяжения 50 мм/мин при комнатной температуре.



Рис. 1. Растяжное устройство

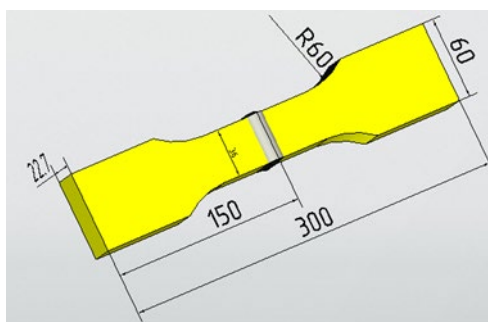


Рис. 2. Образец

Результаты проведенных исследований продемонстрировали, что у образцов, на которые в процессе испытаний воздействовала цементная пыль, величины удлинения и энергии разрыва изменялись в зависимости от скорости ветра. Эти изменения оказывали значительное влияние на качество сварки, что подтверждает необходимость учета факторов окружающей среды при выполнении сварочных работ.

Коэффициент сварки полиэтиленовых труб определяется по известной формуле:

$$f = \frac{\sigma_w}{\sigma_n},$$

где σ_w — напряжение сварной трубы; σ_n — напряжение разрыва эталонной трубы.

Если значение коэффициента сварки равно или превышает единицу, это указывает на то, что сваренный образец соответствует эталонному образцу.

Энергия разрыва определяется по соотношению согласно:

$$TEB = \int \sigma d\varepsilon,$$

где σ — напряжение; ε — удлинение.

Влияние коэффициента сварки

В таблице 1 приведены результаты расчета коэффициента сварки, полученного при разрушающем напряжении, удлинении при разрыве, а также энергии разрыва для всех образцов.

Таблица 1

Результаты расчёта коэффициента сварки

№ образца		Значения коэффициента сварки, полученные при:		
		Разрушающем напряжении	Удлинении	Энергии разрыва <i>TEB</i>
2	A	1,00	0,98	1,01
	B	1,02	1,01	1,03
	C	1,03	1,01	1,05
3	A	1,00	0,69	0,65
	B	1,00	0,70	0,69
	C	1,00	0,14	0,12
4	A	1,03	0,21	0,17
	B	1,01	0,16	0,14
	C	1,03	0,14	0,12
8	A	1,02	0,12	0,08
	B	1,04	0,09	0,08
	C	1,03	0,14	0,12
5	A	1,05	0,18	0,14
	B	1,04	0,70	0,70
	C	1,04	0,58	0,56
6	A	1,02	0,15	0,12
	B	1,04	0,15	0,13
	C	1,03	0,74	0,73
7	A	1,02	0,63	0,62
	B	1,00	0,15	0,13
	C	1,00	0,23	0,20

Для разрушающего напряжения коэффициент сварки колеблется в пределах 1–1,05; для удлинения при разрыве — в пределах 0,09–1,01; по энергии разрыва — в пределах 0,08–1,05.

Модели разрушения. Можно выделить четыре модели разрушения образца:

Модель 1. В этой модели образец разрушается до того, как сечение начнёт деформироваться и при 100 % удлинении. Результат этой модели классифицируется как плохой.

Модель 2. Образец достигает значений, превышающих предел текучести. Сечение начинает деформироваться, а удлинение составляет от 100 до 500 %. Результат данной модели классифицируется как приемлемый.

Модель 3. Образец достигает значений, превышающих предел текучести. Сечение нарушено, удлинение составляет от 500 до 900 %. Результат данной модели классифицируется как хороший.

Модель 4. Образец достигает значений, превышающих предел текучести. Сечение нарушено, удлинение превышает 500–900 %. Результат этой модели классифицируется как отличный.

На рис. 3 представлены различные модели разрушения.

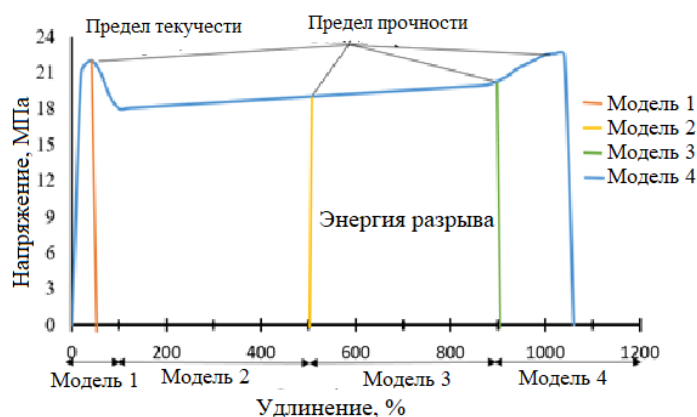


Рис. 3. Модели разрушения

Влияние качества пыли. Результаты показывали, что среднее значение энергии разрушения при использовании цементной пыли составляет $0,033 \text{ Дж/мм}^3$, а глинистой пыли — $0,051 \text{ Дж/мм}^3$.

Качество сварки загрязненных глинистой пылью образцов лучше, чем цементной, поскольку частицы цемента мягче, чем частицы глины. Это объясняется тем, что определенный процент цементной пыли остаётся во взвешенном состоянии в воздухе в течение более длительного времени.

Обсуждение и заключение. Приведенное экспериментальное исследование подчеркивает критическую важность учета окружающей среды при применении сварочной технологии для соединения полиэтиленовых труб. Воздействие пыли на процесс сварки и механические свойства труб оказывается значительным, при этом результаты показывают, что качество сварного шва невозможно оценить лишь на основе традиционных параметров, таких как предел текучести или удлинение при разрыве. Вместо этого, энергия разрушения выступает более информативным критерием для оценки качества сварного соединения.

В ходе исследования были визуально зафиксированы некоторые дефекты, такие как запыленность сварного шва и образование пористости на поверхности стыка. Эти дефекты свидетельствуют о том, что загрязнение зоны сварного шва цементной или глинистой пылью значительно ухудшает качество сварки. Использование энергии разрушения может стать эффективным методом оценки этого качества.

Хотя результаты не показали значительного влияния скорости воздуха на уровень запыленности зоны сварки, классификация сварного шва в зависимости от степени загрязнения позволяет определить уровень качества соединения. Коэффициент сварки, который отражает эффективность соединения, также может зависеть от степени загрязнения: чем выше уровень загрязнения, тем ниже коэффициент сварки, что указывает на ухудшение качества соединения.

В дальнейшем исследовании могут сосредоточиться на разработке методов предотвращения загрязнения зоны сварки, а также на улучшении подходов к оценке качества сварки с учетом воздействия различных типов пыли. Мы рекомендуем провести спектроскопическое исследование сварочного шва, так как текущее исследование не позволяет установить, насколько глубоко пыль проникла в расплавленную зону, и привела ли она к образованию пор и пустот в его массе. Это позволит более точно оценить влияние загрязняющих факторов на качество сварного соединения и степень коэффициента сварки.

Список литературы

1. Antypas IR. Polyethylene Resistance to Oil and Associated Water. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. 2023;23(1):55–65. <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2023-23-1-55-65>
2. Antypas IR, Dyachenko AG. Effect of Certain Hydrocarbon Compounds on High-density Polyethylene Water Pipes. *Materiale Plastice*. 2022;59(3):91–99. <https://doi.org/10.37358/MP.22.3.5608>
3. Potente H, Tappe P. Heated Tool-Butt Welding of Polyethylene-Pipes — Welding Parameters and Testing Technique. *Materials and Design*. 1985;5(6):273–280, [https://doi.org/10.1016/0261-3069\(85\)90112-8](https://doi.org/10.1016/0261-3069(85)90112-8)
4. Antypas IR. Effect of Glass Fiber Reinforcement on the Mechanical Properties of Polyester Composites. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. 2023;23(4):387–397. <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2023-23-4-387-397>
5. Dai Z, Fan L, Xu S. Study on Welding Performance of PE Polyethylene Gas Pipe. *Electr. Technol*. 2013;2:155–157.

Об авторе:

Имад Ризакалла Антибас, кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования машин Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1) Imad.antypas@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Imad R. Antipas, Cand.Sci. (Engineering), Associate Professor of the Fundamentals of Machinery Design Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation) Imad.antypas@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.91.01+531.44+621.923

Влияние способов заточки металлорежущих инструментов на технологическую наследственность показателей качества обработанных поверхностей деталей

В.И. Бутенко, Р.Г. Кадач

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В статье исследуется степень влияния технологической наследственности на процесс обработки отверстий в зависимости от метода заточки используемых инструментов. Показано, что заточка свёрл с использованием импрегнированного диоксида хрома заточного круга и охлаждающей жидкости, содержащей йод и сульфат железа, способствует формированию специфического поверхностного слоя. Этот слой, в свою очередь, значительно повышает стойкость инструмента при последующей обработке с использованием других инструментов, а также улучшает качество обработанной поверхности в сравнении с альтернативными методами заточки. Целью статьи является углублённое изучение влияния различных подходов к заточке инструментов на итоговые и промежуточные показатели эффективности обработки отверстий, что позволит выявить оптимальные решения для повышения производительности и качества процессов резания.

Ключевые слова: способ заточки, сверло, расточной резец, быстрорежущая сталь, стойкость, йод, диоксид хрома, технологическая наследственность, шероховатость поверхности

Для цитирования. Бутенко В.И., Кадач Р.Г. Влияние способов заточки металлорежущих инструментов на технологическую наследственность показателей качества обработанных поверхностей деталей. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):9–14.

Influence of Metal-Cutting Tool Sharpening Methods on the Technological Heredity of Quality Indicators of the Machined Surfaces of Parts

Viktor I. Butenko, Roman G. Kadach

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article investigates the degree of technological heredity influence on the process of hole machining depending on the sharpening method of the tools used. It has been determined that drill sharpening using a grinding wheel impregnated with chromium diiodide and a coolant containing iodine and ferrous sulphate enables formation of a specific surface layer. This layer, in turn, significantly increases the tool durability during subsequent machining with other tools, moreover, it improves the quality of the machined surface compared to the that sharpened by the alternative methods.

The aim of the article is to conduct an in-depth research on the influence of different tool sharpening approaches on the final and intermediate efficiency indicators of hole machining, which will allow finding the optimal solutions for increasing the productivity and quality of cutting processes.

Keywords: sharpening method, drill, boring cutter, high-speed steel, durability, iodine, chromium diiodide, technological heredity, surface roughness

For citation. Butenko VI, Kadach RG. Influence of Metal-Cutting Tool Sharpening Methods on the Technological Heredity of Quality Indicators of the Machined Surfaces of Parts. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):9–14.

Введение. Исследование путей улучшения качества поверхности с целью повышения эксплуатационных свойств до недавнего времени было ограничено лишь анализом методов и условий последней операции, завершающей технологический процесс обработки деталей. В результате такого подхода игнорировалось влияние результатов предшествующих операций технологического цикла на износостойкость, контактную жесткость, усталостную прочность и другие эксплуатационные характеристики готовых изделий [1].

Однако современные исследования, представленные в работах [2–5], опровергли подобный подход к проектированию технологических процессов механической обработки деталей. Обнаружено, что существует явление технологической наследственности, которое играет ключевую роль в формировании показателей качества рабочих поверхностей машинных деталей. Важно отметить, что эта наследственность проявляется не только после завершения чистовых операций, но и может значительно влиять на изменение свойств или потерю точности формы готовых деталей в процессе их эксплуатации. Это происходит под воздействием различных элементов качества поверхности, образовавшихся в результатах черновой обработки.

Согласно исследованиям, проведенным М.Л. Хейфецом [6, 7], актуальной проблемой в области технологического обеспечения эксплуатационных характеристик качества поверхностного слоя деталей машин является определение рациональных путей управления технологическими факторами, режимами структурообразования материала и формообразования поверхности. Также критически важно стабилизировать параметры материала и поверхности в процессе эксплуатации, опираясь на анализ самоорганизации и наследования физико-механических и геометрических структур и свойств, воздействующих в ходе комплексной обработки.

Целью данного исследования является изучение степени влияния различных методов заточки инструментов на итоговые и промежуточные показатели эффективности обработки отверстий, что позволит более глубоко понять значимость оптимизации каждого этапа технологического процесса для достижения высокой производительности и качества резания.

Основная часть. В качестве основных показателей эффективности обработки отверстий с использованием инструментов, подвергнутых различным комбинациям способов заточки, были выбраны следующие параметры: стойкость инструментов T , температура в зоне обработки Θ и шероховатость обработанной поверхности по параметру Ra . В исследовании применялись спиральные свёрла из быстрорежущей стали Р6М5 диаметром 28 мм, а также цельные зенкеры из быстрорежущей стали Р9М4К8 размером 32,08–0,038 мм с числом зубьев (спиральных канавок) $z = 4$. Для всех серий проведённых исследований была установлена единая геометрия заточки свёрл: угол заточки $2\varphi = 118^\circ$, $\psi = 54^\circ$, $\alpha = 12^\circ$, а длина заднего фаса $B = 2,3$ мм. Для зенкеров установлены следующие параметры: $\gamma = 20^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $\varphi = 45^\circ$ при длине переходного конуса 2,5 мм с углом $\phi_0 = 5^\circ$. Предварительно в исследуемых образцах из котельной стали 12Х1МФ были просверлены сквозные отверстия диаметром 16 мм и длиной 30 мм. Рассверливание отверстий осуществлялось при скорости резания $V = 0,585$ м/с ($n = 400$ об/мин) и подаче $S = 0,15$ мм/об. В процессе зенкерования применялись следующие режимы резания: глубина резания (припуск на обработку) $t = 2$ мм, скорость резания $V = 0,416$ м/с ($n = 250$ об/мин) и подача $S = 0,3$ мм/об ($S_z = 0,075$ мм/зуб). Все операции сверления, рассверливания и зенкерования отверстий проводились на вертикально-сверлильном станке модель 2Н135. В качестве смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС) использовался 5-процентный водный раствор эмульсола «Укринол-14» с добавлением 0,8 г/л кристаллического йода [8].

За критерий износа свёрл был принят износ по задней поверхности сверла на периферийном участке равный $h_z = 1,2$ мм, который фиксировался на микроскопе БМИ-1М при помощи специальной подставки [9]. За критерий износа зенкера был принят износ его по периферии заборного конуса, равный $h_u = 0,8$ мм. Измерение износа производилось на инструментальном микроскопе БМИ-1М сначала после обработки 10 деталей, затем после обработки каждых трёх деталей по каждому зубу зенкера и принималось среднее его значение. Стойкостью зенкера T считалось время непрерывной работы его до достижения среднего значения критерия износа его зубьев. Шероховатость обработанной поверхности образцов определялась по параметру Ra при помощи портативного профилометра *SURFEST SJ-210*. Средняя температура в зоне резания при рассверливании отверстий Θ определялась методом естественной термопары [10]. Температура резания Θ при зенкерования определялась заложенной перерезной термопарой «хромель – алюмель» трижды за период стойкости инструмента и принималось среднее её значение.

Приведены сравнительные исследования эффективности трёх способов заточки свёрл из быстрорежущей стали Р6М5 и зенкеров из быстрорежущей стали Р9М4К8:

- 1 — заточка абразивным кругом без охлаждения;
- 2 — электроалмазная заточка кругом с использованием электролита следующего состава: нитрат калия — 5 %, нитрат натрия — 0,3 %, вода — 94,7 % [11];
- 3 — заточка импрегнированным дифодидом хрома абразивным кругом с подачей в зону обработки йодосодержащей СОТС.

Заточка всех инструментов осуществлялась на универсально-заточном станке мод. 3А64М с использованием специального поворотного приспособления [9]. Абразивная заточка свёрл и зенкеров по первому и третьему способам осуществлялась чашечными кругами типа 11 и характеристикой 175×20×32×3 25А 100L8 V 35 ГОСТ Р 52781-2007. Режимы абразивной заточки по первому и четвёртому способам были приняты следующими: скорость вращения круга — $V_{кр} = 13,2$ м/с, продольная подача стола — $S_{np} = 0,06$ м/с, поперечная подача стола — $S_{non} = 0,02$ мм/дв. ход.

Электроалмазная заточка свёрл и зенкеров осуществлялась алмазными чашечными кругами типа 11, имеющие следующую характеристику: 175-13-32 AC6 100/80 M1. Режимы электроалмазной заточки свёрл и зенкеров производилась на следующих режимах: $V_{кр} = 26,1$ м/с, $S_{np} = 0,03$ м/с, $S_{non} = 0,05$ мм/дв. ход стола станка, рабочее напряжение $U = 6$ В, плотность тока $i = 60$ А/см², расход электролита $v = 7$ л/мин.

Результаты исследований. Составлен алгоритм экспериментов (таблица 1) для выявления корреляционной зависимости между показателями качества поверхностного слоя обрабатываемых образцов, а также условий температурной напряжённости процессов рассверливания и зенкерования отверстий в образцах из котельной стали 12Х1МФ.

Таблица 1

Алгоритм экспериментов для исследования технологической наследственности при обработке отверстий

№ эксперимента	№ способа обработки сверла	№ способа обработки зенкера
1	1 — абразивная без охлаждения	1 — абразивная без охлаждения
2	2 — электроалмазная	1 — абразивная без охлаждения
3	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС	1 — абразивная без охлаждения
4	1 — абразивная без охлаждения	2 — электроалмазная
5	2 — электроалмазная	2 — электроалмазная
6	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС	2 — электроалмазная
7	1 — абразивная без охлаждения	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС
8	2 — электроалмазная	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС
9	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС	3 — абразивная импрегнированным кругом с подачей йодосодержащей СОТС

В таблице 2 приведены результаты средней стойкости свёрл, полученные по результатам пяти последовательных испытаний, из анализа которых следует, что применение импрегнированного дийодида хрома абразивного круга с подачей йодосодержащей СОТС позволяет на 20–30 % уменьшить шероховатость обработанной данным инструментом поверхности, при повышении периода стойкости инструмента T и снижении средней температуры в зоне обработки Θ_{cp} .

Таблица 2

Результаты предварительной обработки отверстий свёрлами при различных способах заточки

№ способа обработки сверла	Шероховатость после сверления Ra , мкм	Стойкость сверла T , мин	Температура Θ_{cp} , °С
Заточка абразивным кругом без охлаждения	9,3	23,5	290
Электроалмазная заточка кругом с использованием электролита	8,7	31,8	272
Заточка импрегнированным дийодидом хрома абразивным кругом с подачей в зону обработки йодосодержащей СОТС	8,2	35,9	259

На металлографическом микроскопе МИМ-8М проведены исследования начальной топографии поверхностного слоя задней поверхности сверла после того или иного способа заточки (рис. 1). Результаты исследований показали, что способ заточки сверла из быстрорежущей стали импрегнированным дийодидом хрома абразивным кругом с подачей йодосодержащей СОТС позволяет получать поверхность практически без рисков со сформировавшимся на ней слое йодидов железа, обладающих низким коэффициентом трения.

В работах [12, 13] показано, что наличие в используемых при металлообработке СОТС йода значительно снижает температуру резания, что способствует существенному снижению коэффициента трения в зоне резания. Существующие в настоящее время теории механизма действия йода [12, 14] объясняют облегчение процесса резания при использовании СОТС с йодом образованием в зоне контакта рабочей части инструмента с обрабатываемым материалом йодосодержащих разделительных плёнок. Эти плёнки, представляющие собой йодиды металлов, имеют слоистое строение и выполняют роль твёрдой смазки в зоне резания, изменяя условия трения между контактирующими поверхностями рабочей части инструмента и обрабатываемым материалом, оказывая тем самым влияние как на стойкость инструмента, так и на процессы стружко- и наростообразования [15–17].

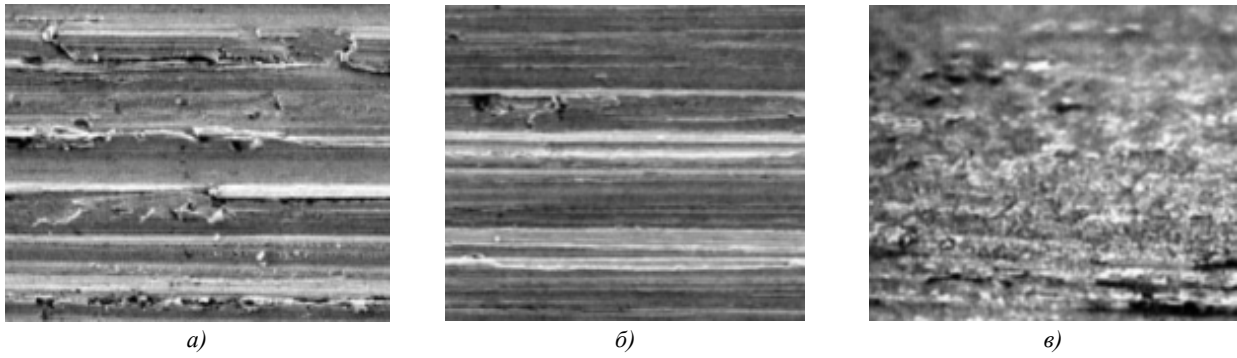


Рис. 1. Начальная топография задней поверхности сверла после его заточки абразивным кругом:
a — без охлаждения; *б* — электроалмазной заточки;

в — импрегнированным диодидом хрома абразивным кругом с подачей йодосодержащей СОТС. Увеличение 24

Таблица 3

Результаты экспериментов процесса зенкерования отверстий

Показатели процесса обработки	Номера экспериментов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ra , мкм	2,75	2,63	2,51	2,60	2,55	2,40	2,23	2,20	2,15
T , мин	42,5	43,3	46,7	47,5	47,9	52,5	54,3	55,0	59,2
$\Theta_{ср}$, °С	210	208	206	200	198	195	190	189	187

Из таблицы 2 и рис. 2 следует, что наибольшая стойкость металлорежущего инструмента оказалась в эксперименте под номером 9, где заточка сверла и зенкера осуществлялась с применением импрегнированного диоксида хрома заточного круга и подаче в зону обработки йодосодержащей СОТС.

По-видимому, это объясняется тем, что инструмент, заточенный с применением диоксида хрома, адсорбирует на своей поверхности йодиды железа, и благодаря прочным адгезионно-когезионным связям, не только сохраняет их на своей поверхности в процессе работы, но и способствует образованию слоя йодидов железа на обработанной поверхности отверстия.

Йодиды железа, обладающие слоистым строением и высокими антифрикционными свойствами, выступают в роли твёрдых смазок, снижающих силовую напряжённость в зоне обработки [8, 13]. В связи с этим стойкость инструмента, обрабатывающего данную поверхность, повышается, даже если данный инструмент не прошёл заточку с применением диоксида хрома (рис. 2, № эксперименты 3 и 6). Одновременно образующиеся на контактных поверхностях инструмента и обрабатываемой поверхности йодиды железа способствуют снижению температурной напряжённости в зоне обработки (рис. 4).

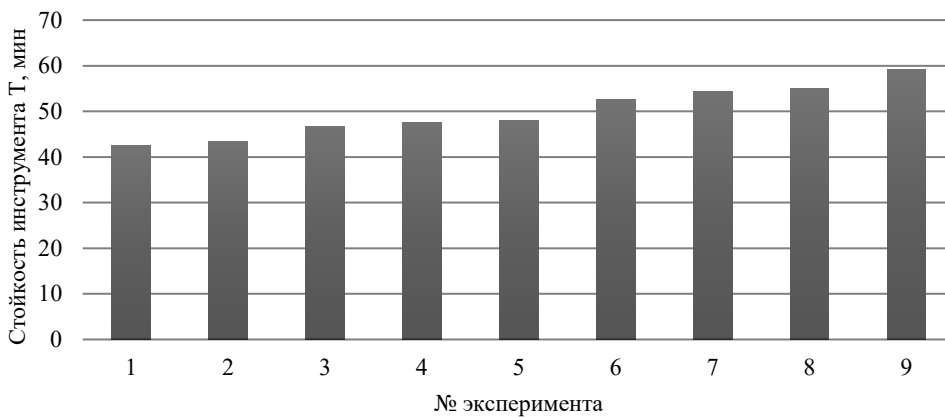


Рис. 2. Зависимость стойкости T зенкеров от способа их заточки и способа заточки свёрл

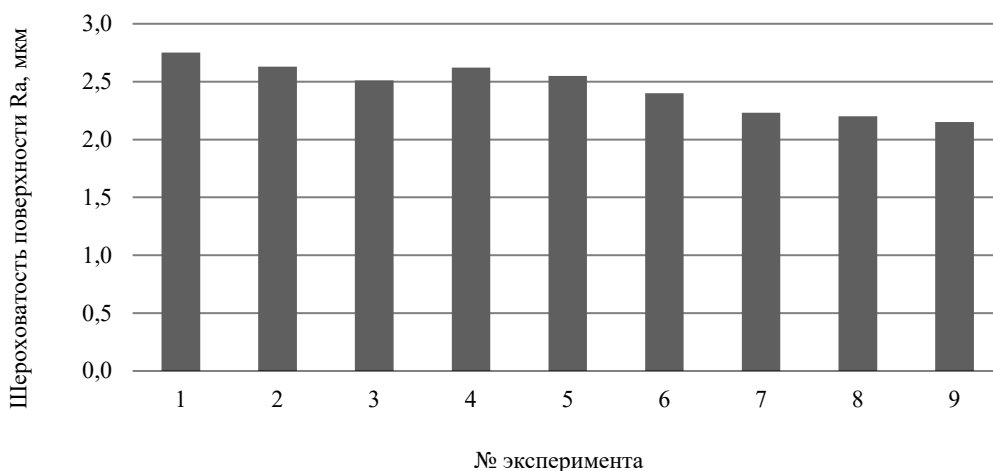


Рис. 3. Зависимость шероховатости обработанной поверхности отверстий Ra от способа заточки зенкеров и способа заточки свёрл

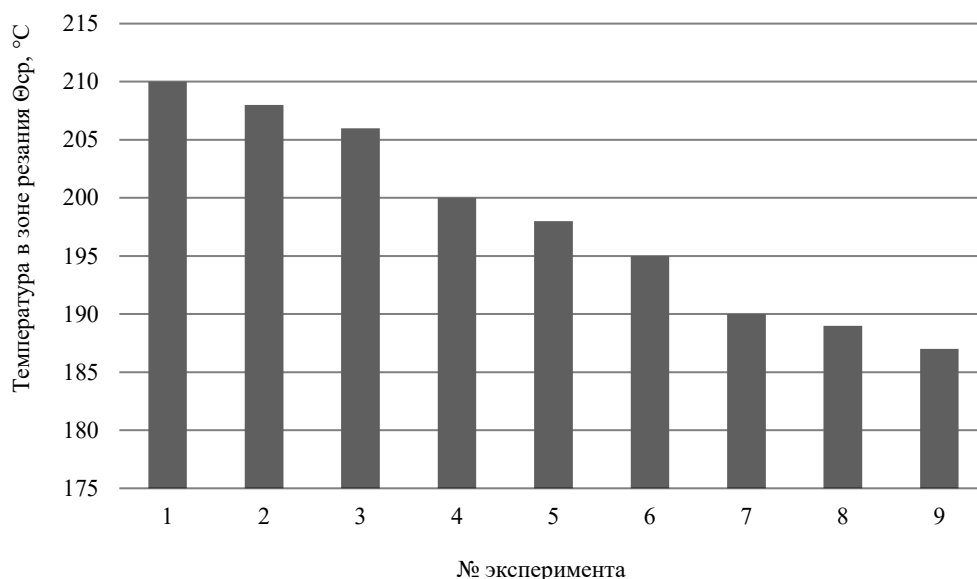


Рис. 4. Зависимость средней температуры в зоне обработки $\Theta_{ср}$ при зенкерении отверстий от способа заточки зенкеров и способа заточки свёрл

Заключение. Результаты проведённых исследований позволяют сделать вывод об эффективности применения метода заточки металлорежущих инструментов, используемых для обработки отверстий. Этот метод включает использование абразивного круга, импрегнированного диоксидом хрома, с подачей йодосодержащей смазочно-охлаждающей технологической жидкости (СОТС) в зону обработки. Данный подход способствует проявлению эффекта технологической наследственности, что положительно сказывается на показателях качества обработанной поверхности детали.

Производственные испытания подтвердили, что предложенный метод заточки инструментов из быстрорежущих сталей демонстрирует особенно высокую эффективность при работе с большим количеством инструментов различных размеров. В таких условиях дополнительные расходы на импрегнирование абразивных заточных кругов и подготовку йодосодержащей СОТС полностью оправдывают себя.

Список литературы

1. Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченко В.И. *Технологическая наследственность в машиностроении*. Минск: Наука и техника; 1977. 256 с.
2. Дальский А.М. *Технологическое обеспечение надёжности высокоточных деталей машин*. Москва: Машиностроение; 1975. 223 с.
3. Маркарян Г.К. Технологическая наследственность при образовании поверхности закалённых деталей машин. *Физика резания металлов*. 1971;1:63–68.

4. Маталин А.А. *Технологические методы повышения долговечности деталей машин*. Киев: Изд-во «Техника»; 1971. 142 с.
5. Ящерицын П.И. *Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства шлифованных деталей*. Минск: Наука и техника; 1971. 210 с.
6. Хейфец М.Л. *Проектирование процессов комбинированной обработки*. Москва: Машиностроение; 2005. 272 с.
7. Хейфец М.Л., Васильев А.С., Клименко С.А., Танович Л. Технологическая наследственность в процессах производства и реновации изделий. *Инженер-механик*. 2015;2:8–13.
8. Бутенко В.И. *Применение йода и его соединений в процессах обработки и эксплуатации деталей машин*. Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ; 2023. 242 с.
9. Бутенко В.И., Кадач Р.Г. Исследование эффективности способов заточки металлорежущих инструментов из быстрорежущей стали. В: *сб. тр. науч.-техн. конф. «Современные тенденции развития инструментальных систем и металлообрабатывающих комплексов»*. Ростов-на-Дону: ДГТУ; 2023. 96–101. URL: <https://ntb.donstu.ru/content/2023265> (дата обращения: 13.01.2025).
10. Бутенко В.И. *Применение йода и его соединений в процессах обработки и эксплуатации деталей машин*. Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ; 2023. 242 с.
11. Савицкий В.В. *Электроэрозионные методы обработки материалов: учеб. пособие для вузов*. Витебск: Изд-во УО «ВГТУ»; 2006. 276 с.
12. Латышев В.Н. *Повышение эффективности СОЖ*. Москва: Машиностроение; 1985. 64 с.
13. Латышев В.Н., Наумов А.Г., Раднюк В.С. Применение йода как компонента СОТС при резании металлов. *Металлообработка*. 2008;3(45):9–14.
14. Фьюри М.Дж. Действие йода при получении особо низкой величины трения. *Wear*. 1966;9(5):1–23.
15. Бутенко В.И. *Научные основы функциональной инженерии поверхностного слоя деталей машин*. Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ; 2017. 481 с.
16. Бутенко В.И. *Нелинейность процессов при обработке металлов резанием*. Таганрог: Изд-во ТРТУ; 2001. 224 с.
17. Бутенко В.И., Дуров Л.С. *Совершенствование процессов обработки авиационных материалов*. Таганрог: Изд-во ТРТУ; 2004. 127 с.

Об авторах:

Роман Геннадьевич Кадач, аспирант кафедры технологии машиностроения Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), rkad925@mail.ru

Виктор Иванович Бутенко, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), butenkowiktor@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Roman G. Kadach, Postgraduate Student of the Mechanical Engineering Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), rkad925@mail.ru

Viktor I. Butenko, Dr.Sci. (Engineering.), Professor of the Mechanical Engineering Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), butenkowiktor@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.391.14

Способ демодуляции цифровых сигналов штатными средствами комплексного технического контроля

А.В. Волков, Н.С. Алексеев, Н.А. Науменко

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация

Представлен практически реализуемый способ демодуляции цифровых сигналов с использованием средств комплексного технического контроля. Это достигается благодаря внедрению технологии программно-определяемого радио, при этом не требуется изменения аппаратной конфигурации. Предложенная идея отличается своей простотой в реализации. Рассмотренное решение может быть адаптировано для использования с другими типами цифровых управляемых или программируемых портативных радиостанций помимо той, что использована в данной работе.

Ключевые слова: демодуляция цифровых сигналов, комплексный технический контроль, программно-определяемое радио, цифровое мобильное радио

Для цитирования. Волков А.В., Алексеев Н.С., Науменко Н.А. Способ демодуляции цифровых сигналов штатными средствами комплексного технического контроля. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):15–19.

Method of Digital Signal Demodulation Using the Standard Integrated Technical Control Systems

Aleksey V. Volkov, Nikita S. Alekseev, Nikita A. Naumenko

Military Educational and Scientific Center of the Air Forces of the Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Voronezh, Russian Federation

Abstract

A feasible method of digital signal demodulation using the integrated technical control systems is presented. It envisages implementation of the software-defined radio (SDR) technology, which does not require alteration of the hardware layout. The proposed concept is distinct for simplicity of its implementation. The studied solution can be adopted for the use with other types of digitally controlled or programmable portable radio sets apart from the one used in the present research.

Keywords: digital signal demodulation, integrated technical control, software-defined radio, digital mobile radio

For citation. Volkov AV, Alekseev NS, Naumenko NA. Method of Digital Signal Demodulation Using the Standard Integrated Technical Control Systems. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):15–19.

Введение. Развитие технологий цифровой радиосвязи в мире и ее применение в различных сферах деятельности ознаменовали достаточно быстрый переход ведомств, служб и организаций на цифровые стандарты связи, такие как DMR, TETRA, DECT и т.д.

Организации-производители средств и комплексов комплексного технического контроля (КТК), радиомониторинга достаточно своевременно отреагировали на существующую проблему радиоконтроля соблюдения установленных правил радиобмена цифровыми средствами связи. На сегодняшний день в функционал современных средств закладывается возможность демодуляции сигналов указанных стандартов связи. Однако следует отметить, что существующие типовые образцы комплексов КТК и радиомониторинга старого образца зачастую не обладают таким функционалом. Поэтому обеспечение возможности демодуляции цифровых сигналов штатными средствами комплексного технического контроля с использованием технологии программно-определяемого радио [1] является важной задачей, а рассматриваемая тема статьи — актуальной и практически значимой.

Цель работы — провести анализ существующих способов и методов демодуляции цифровых сигналов стандарта Digital Mobile Radio (DMR), выявить основные недостатки и предложить варианты их устранения.

Основная часть. В 2022 году в ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) были разработаны способы и методы демодуляции цифровых сигналов стандарта DMR, однако полученные результаты не позволяли реализовать данные подходы без использования дополнительного оборудования. Основным недостатком разработанных способов и методов демодуляции явилось использование дополнительных приемников (таких как SDR RTL, Hack RF), а также внешних звуковых карт ввиду отсутствия в соответствующих модулях обработки штатных персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) линейных входов (Line In).

Основным отличием линейного входа Line In от микрофонного (Mic) является наличие у последнего предусилителя (рис. 1).

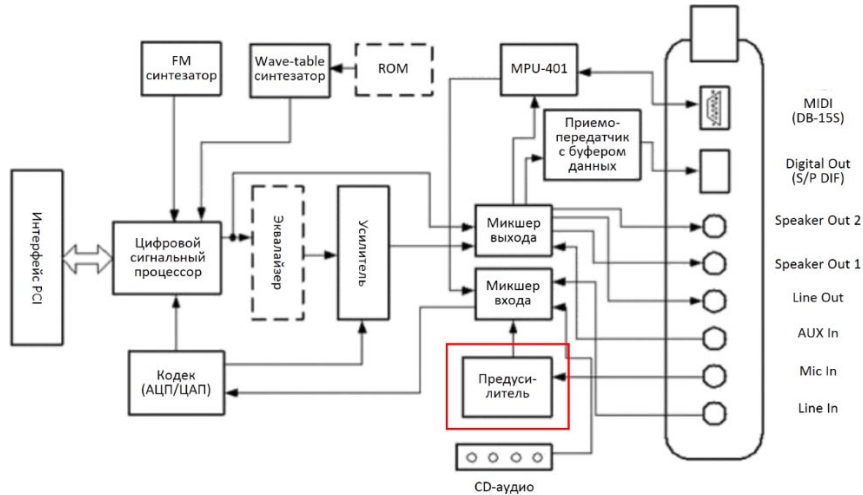


Рис. 1. Отличительные особенности линейного (Line In) и микрофонного (Mic) входов

Использование микрофонного входа (Mic) вносит сильное искажение входного сигнала, из-за чего происходит ошибка в декодировании цифрового сигнала DMR. Для решения данной проблемы был рассчитан делитель напряжения (рис. 2).

Связная радиостанция Yaesu FT-8800, применяемая в одном из комплексов КТК для организации командной связи, обладает возможностями декодирования цифровых сигналов стандарта DMR. Однако заводом-изготовителем функция декодирования на уровне специального программного обеспечения (СПО) оператора в комплекс не заложена.

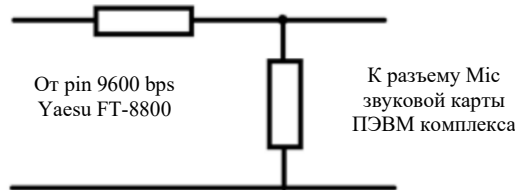


Рис. 2. Схема делителя напряжения

Для осуществления взаимодействия ПЭВМ с банками памяти радиостанции Yaesu FT-8800 разработана схема программатора на базе микроконтроллера CP2102 и использовано программное обеспечение «CHIRP» с некоммерческой лицензией (рис. 3, 4).

CHIRP (Yaesu_FT-8800_20240114.img)

Файл Правка Вид Станция Справка

Yaesu_FT-8800_20240114.img x

Ячейки памяти (Left)	Банки (Left)	Ячейки памяти (Right)	Банки (Right)	Браузер	Информация						
Частота	Имя	Вид субтона	ТонПРД	DTCS	Дуплекс	Смещение	Режим	Шаг настройки	Пропустить	Мощность	Комментарий
1	430.000000						FM	15.0		Hi	
2	430.012500						FM	15.0		Hi	
3	430.025000						FM	15.0		Hi	
4	430.037500						FM	15.0		Hi	
5	430.050000						FM	15.0		Hi	
6	430.062500						FM	15.0		Hi	
7	430.075000						FM	15.0		Hi	
8	430.087500						FM	15.0		Hi	
9	430.100000						FM	15.0		Hi	
10											

Рис. 3. СПО «CHIRP» с некоммерческой лицензией

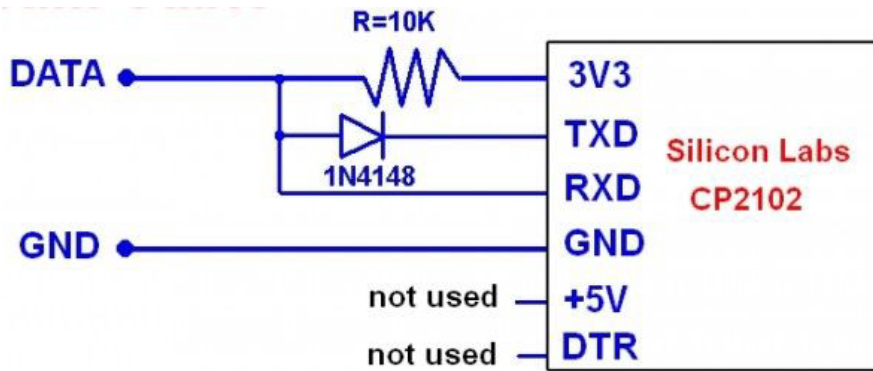


Рис. 4. Схема программатора

С учетом вышеизложенного было разработано устройство согласования микрофонного входа (Mic) встроенной звуковой карты с интерфейсом Data радиостанции Yaesu FT-8800 и программатор для взаимодействия с банками памяти радиостанции, схема которого представлена на рис. 5.

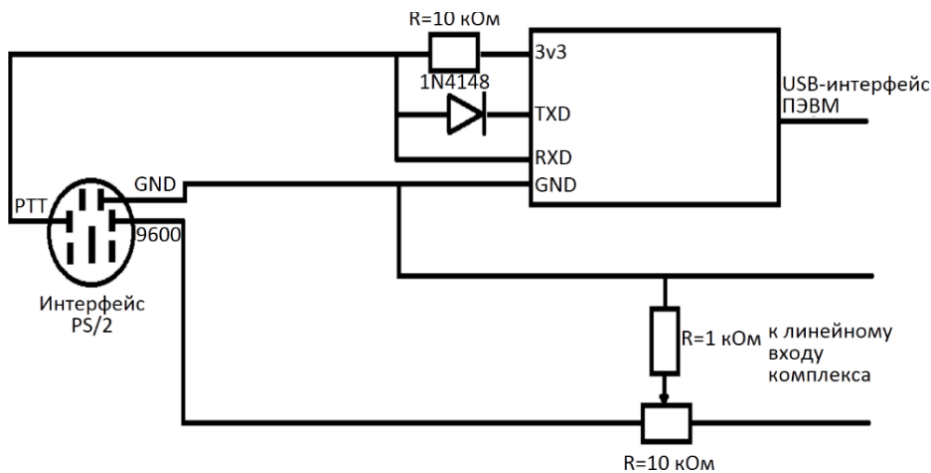


Рис. 5. Схема устройства согласования

Разработанное устройство согласования позволяет осуществлять оцифровку сигнала, принятого радиостанцией Yaesu FT-8800, с использованием встроенной звуковой карты ПЭВМ комплекса или средства КТК (радиомониторинга). Исходя из этого предлагается декодирование сигналов цифрового стандарта связи DMR с использованием потокового графа, разработанного в программной среде GNURadio [2] и представленного на рис. 6.

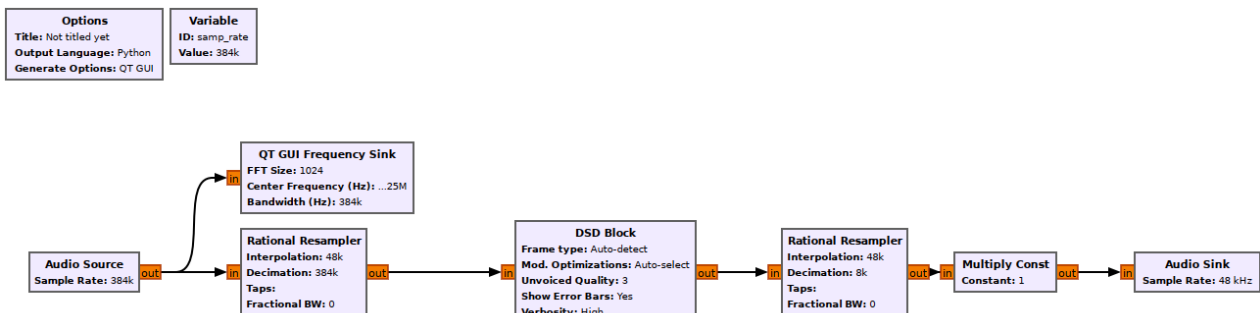


Рис. 6. Поточный граф декодирования сигнала стандарта цифровой связи DMR с применением радиостанции Yaesu FT-8800

Назначение структурных блоков потокового графа (рис. 6):

- Audio Source используется для потоковой передачи отсчетов со встроенной звуковой карты в ПЭВМ;
- QT GUI Frequency Sink производит визуализацию спектра входного сигнала на звуковую карту;
- Rational Resampler изменяет частоту дискретизации;
- DSD Block производит декодирование цифрового сигнала связи DMR;
- Multiply Const усиливает сигнал;
- Audio Sink выводит звук на устройство звуковоспроизведения.

Главным преимуществом данного потокового графа является возможность использования максимального значения частоты дискретизации, встроенной в ПЭВМ звуковой карты, что позволяет повысить качество декодирования принимаемого цифрового сигнала стандарта DMR.

Для повышения оперативности работы оператора в программной среде PyCharm на языке программирования Python [3] разработано программное обеспечение DMRPost, главное окно которого представлено на рис. 7.

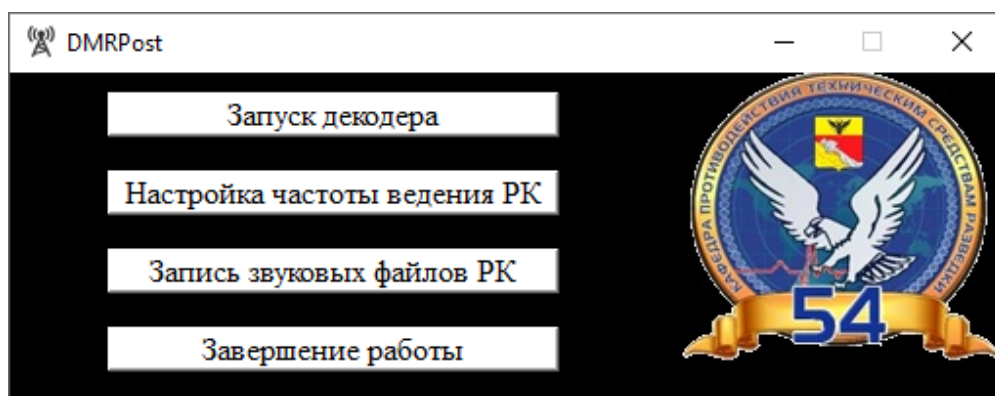


Рис. 7. Разработанное программное обеспечение DMRPost

Данная программа обеспечивает быстрое взаимодействие оператора с необходимыми программными продуктами (DSDPlus — декодер сигнала DMR; CHIRP — программа для работы с банками памяти радиостанции Yaesu FT-8800; UV SoundRecorder — программа для записи аудиофайлов) для осуществления качественного радио-контроля цифрового стандарта связи DMR.

Заключение. Предложенный подход по демодулированию сигналов открытых цифровых каналов связи может быть реализован во всех комплексах КТК и радиомониторинга старого парка [4] без изменения их аппаратной конфигурации, а в отдельных случаях — после установки радиостанции наподобие Yaesu FT-8800.

Таким образом, в статье описан разработанный способ демодуляции цифровых сигналов без изменения аппаратной конфигурации штатных средств КТК (радиомониторинга), который подразумевает под собой использование программно-аппаратного комплекса, состоящего из специального программного обеспечения «DMRPost» и устройства согласования.

Список литературы

1. Collins TF, Gets R, Pu D, Wyglinski AM. *Software-Defined Radio for Engineers*. 2018.
2. *Gnu Radio*. URL: <https://wiki.gnuradio.org/about/> (дата обращения: 09.12.2024).
3. Прохоренок Н.А., Дронов В.А. *Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений*. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: BHV; 2019. 832 с.
4. Булычев О.А., Кравцов Е.В., Попов К.В. *Комплексы и средства защиты информации и контроля: Учебное пособие*. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА»; 2013. 193 с.

Об авторах:

Алексей Витальевич Волков, кандидат технических наук, начальник кафедры противодействия техническим средствам разведки Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), volkovalexey@mail.ru

Никита Сергеевич Алексеев, курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), jampfy@mail.ru

Никита Андреевич Науменко, курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), naumenko26@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Aleksey V. Volkov, Cand.Sci.(Engineering), Head of the Department of Counteraction to Technical Means of Intelligence of the Military Educational and Scientific Center of the Air Forces, Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), volkovalexey@mail.ru

Nikita S. Alekseev, Cadet of the Military Educational and Scientific Center of the Air Forces, Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), jampfy@mail.ru

Nikita A. Naumenko, Cadet of the Military Educational and Scientific Center of the Air Forces, Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), naumenko26@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 004.8

Предложение по реализации системы применения интеллектуальных систем в медицине

Н.В. Гапон¹, В.П. Деревянченко¹, А.А. Сафарьян²

¹ Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

² Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В статье анализируются подходы к разработке и внедрению автоматизированных медицинских систем на основе искусственного интеллекта (ИИ). Рассмотрены этапы реализации нейронных сетей и предложена система поддержки принятия решений (СППР) для оптимизации выбора эндодонтических инструментов с учётом анатомических корневых каналов зуба пациента. Проведен анализ существующих моделей проектирования, включая каскадную и V-образную модель, обоснован выбор последней для реализации проекта. Цель работы — разработка системы применения интеллектуальных технологий в медицине для оптимизации выбора эндодонтических файлов, учитывающей особенности корневых каналов зубов пациентов.

Ключевые слова: нейронная сеть, эндодонтические инструменты, информационные системы, система поддержки принятия решения

Для цитирования. Гапон Н.В., Деревянченко В.П., Сафарьян А.А. Предложение по реализации системы применения интеллектуальных систем в медицине. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):20–25.

Proposal on Implementation of Smart Systems in Medicine

Nikolay V. Gapon¹, Vladislav P. Derevyanchenko¹, Alina A. Safaryan²

¹ Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article analyses approaches to development and implementation of the automated medical systems based on the artificial intelligence (AI). The stages of neural network implementation have been studied and a decision support system (DSS) has been proposed to optimize the choice of endodontic instruments taking into account the anatomy of root canals of patient's tooth. The existing design models, including the cascade and type V models, have been analysed, and the choice of the latter for the project has been justified. The aim of the work is to develop a comprehensive approach to implementation of smart technologies in medicine to optimize the choice of endodontic files taking into account the root canals features of patients' teeth.

Keywords: neural network, endodontic instruments, information data systems, decision support system

For citation. Gapon NV, Derevyanchenko VP, Safaryan AA. Proposal on Implementation of Smart Systems in Medicine. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):20–25.

Введение. Прогресс информационных технологий оказывает значительное влияние на развитие медицины. Современные решения в этой области позволяют снизить трудоемкость процессов, оптимизировать использование ресурсов и повысить точность выполнения задач. Особенно актуальным становится внедрение интеллектуальных систем, способных поддерживать принятие сложных решений [1].

В стоматологии одной из важнейших задач является выбор эндодонтических файлов, используемых при лечении корневых каналов зуба. Эта задача относится к классу слабо формализованных, так как решение зависит от опыта врача, сложности манипуляций и анатомических особенностей пациента [2–4]. Современные интеллектуальные системы могут устранить человеческий фактор при выполнении подобных задач. На основе алгоритмов машинного обучения можно создать систему, которая не только классифицирует эндодонтические инструменты, но и оптимизирует их выбор с учетом особенностей пациента.

Целью данной работы является предложение по реализации системы применения интеллектуальных технологий в медицине, направленной на оптимизацию выбора эндодонтических файлов с учетом анатомических особенностей корневых каналов зубов пациентов.

Основная часть. Сложность задач, возникающих в медицине, общественной деятельности и экономике, часто ограничивается объемом информации, который может быть обработан в процессе управления сложными технологическими и социальными процессами. Принятие решений является ключевым элементом управления, и ошибки на этом этапе могут привести к серьезным последствиям, включая угрозы здоровью, экономической стабильности и даже жизни людей.

Одним из эффективных способов улучшения управления и снижения вероятности ошибок является использование математических методов для поддержки процесса принятия решений. Под системой поддержки принятия решений (СППР) подразумевается специализированная информационная система, предназначенная для оптимизации и формализации решений, связанных с плохо структурированными и неструктурированными задачами. Подобные задачи часто встречаются в таких областях, как планирование, управление и прогнозирование. СППР позволяет применять аналитический подход для решения повседневных задач и служит важным инструментом для специалистов-экспертов и системных аналитиков [5].

От специфики предметной области выделяются три ключевые группы процессов, которые поддерживаются системой поддержки принятия решений (СППР). Во-первых, это накопление, обновление, согласование и сохранение информации об объектах и их взаимосвязях в рамках предметной области. Во-вторых, к ним относится постановка, редактирование и фиксация задач, требующих разработки различных вариантов решений. Наконец, в-третьих, это проведение аналитической обработки данных для создания альтернативных вариантов решений.

С точки зрения системного анализа система поддержки принятия решений (СППР) формально характеризуется несколькими параметрами [7]. Это математическая постановка задачи, описание системы, определение целей функционирования, набор критериев, используемых для оценки эффективности, совокупность шкал измерения этих критериев, подход к исследованию системы, методология моделирования, множество возможных альтернативных решений, а также соответствие между множеством альтернатив и критериями оценки. Система предпочтений лица, принимающего решение, структура целевой функции, универсальная область анализа и правило принятия решения, отражающее систему предпочтений, также составляют важные характеристики СППР.

Для разработки математической задачи выполнены несколько шагов. В первую очередь была проведена идентификация проблемы, затем осуществлена оценка ее новизны, установлены связи с другими задачами и проанализирована полнота и достоверность информации, относящейся к данной проблеме. Определение целей и задач происходило поэтапно, начиная с оценки разрешимости проблемы, что позволило определить возможности ее решения в существующих условиях. Далее разрабатывались концептуальные подходы, основанные на анализе актуальных данных и применимых методов. На следующем этапе оценивались предложенные варианты с точки зрения их преимуществ, недостатков и соответствия поставленным целям.

Для упрощения процесса анализа проблема была разделена на более мелкие задачи, что позволило более глубоко изучить отдельные ее аспекты. На заключительном этапе уточнялись цели и условия, которым должны соответствовать решения, а также формировались четкие критерии для дальнейшей работы.

Ключевым аспектом СППР стало формирование множества альтернатив. Этот процесс базируется на предпочтениях лица, принимающего решение, и требует детального изучения всех возможных вариантов. Генерация альтернатив направлена на создание полного спектра потенциальных решений, которые затем структурируются для удобства анализа. После этого из общего множества выделяется подмножество наиболее перспективных альтернатив, подходящих для дальнейшего рассмотрения.

Основным этапом всей работы стал анализ предложенных вариантов решений. Основной акцент делался на оптимизации доступных альтернатив и выборе наиболее эффективного из них. Для достижения этой цели применялись методы поддержки принятия решений, которые основывались на формализованных подходах. Эти методы позволяли проводить комплексную оценку всех аспектов задачи и учитывать влияние различных факторов. Такой подход обеспечивал не только объективность, но и адаптивность системы, особенно в ситуациях, требующих учёта большого количества критериев и переменных [6].

Одним из ключевых и наиболее перспективных подходов к разработке системы поддержки принятия решений (СППР) в области выбора эндодонтических файлов, адаптированного под индивидуальные анатомические особенности корневых каналов зубов пациента, является использование хранилища данных. Такой подход представляет собой мощный инструмент, позволяющий эффективно систематизировать и организовать хранение значительного объема информации [4].

Хранилище данных играет важную роль в обеспечении работы системы, так как оно аккумулирует сведения, которые становятся основой для генерации рекомендаций и дальнейшей оптимизации процесса принятия решений. Благодаря интеграции данных о пациентах, их анатомических особенностях, характеристиках эндодонтических инструментов, а также существующих рекомендациях, данный подход позволяет сделать систему не только адаптивной, но и высокоэффективной. Это даёт возможность учитывать множество факторов, упрощать сложные процессы анализа информации и повышать точность выбора инструментов.

Предложенная система относится ко второму типу СППР, что предполагает активное использование данных на всех этапах её работы. Информация из хранилища данных доступна в удобной форме, что позволяет врачу или системе оперативно принимать решения на основе анализа параметров.

В эндодонтической стоматологии применяется широкий ассортимент инструментов, отличающихся формой, цветовой маркировкой, назначением, материалами изготовления, конусностью и длиной. Такие инструменты стандартизированы в соответствии с ISO, что значительно упрощает их классификацию и выбор. Цветовая маркировка играет важную роль: каждому номеру инструмента соответствует определённый цвет, который отражает его ключевые параметры, включая длину, диаметр и другие характеристики [8]. Эта стандартизация обеспечивает единый подход к выбору инструментов, что особенно важно в условиях использования автоматизированных систем.

Разработка системы применения интеллектуальных технологий в медицине представляет собой сложный процесс, включающий множество этапов, от планирования до внедрения. Каждый из этих этапов требует чётко определённой методологии, которая задаёт последовательность действий и методы работы. В контексте создания подобных программных продуктов методология разработки определяется как жизненный цикл программы, включающий все этапы её существования: от постановки задачи и проектирования до тестирования и эксплуатации.

Существует множество моделей жизненного цикла программного обеспечения, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения. Однако в данной работе рассматриваются только наиболее популярные и применение модели. Одной из базовых и наиболее распространённых является каскадная модель разработки.

Каскадная модель предполагает последовательное выполнение этапов разработки. Каждый этап завершает определённый набор задач и передаёт результаты следующему этапу. Например, анализ требований завершает постановку целей и задач системы, после чего начинается этап проектирования, затем — программирования, тестирования и внедрения. Принцип последовательности в каскадной модели строго соблюдается — новый этап начинается только после завершения предыдущего.

Такая модель имеет следующие преимущества:

- легкое управление разработкой — если в ходе создания программы появляется недоработка, то её будет просто устранить, зная, на каком этапе была допущена ошибка, также легко дополнять разработку новыми функциями;
- такую модель можно использовать в относительно небольших проектах;
- не нужен большой опыт в создании программного обеспечения, чтобы долго внедряться в разработку.

Недостатки такой модели:

- невозможно заранее знать, насколько хорошо был создан проект — пока разработка не выйдет на завершающие этапы, тестирование программы будет невозможно;
- если в ходе проекта требования будут изменены, то это может повлиять на всю разработку.

V-образная модель разработки, также известная как подвид каскадной модели, представляет собой усовершенствованный подход, основанный на принципах разработки через тестирование системы [2]. Её ключевая особенность заключается в том, что каждый этап создания системы сопровождается соответствующим процессом тестирования, что позволяет обнаруживать и устранять ошибки на ранних стадиях разработки.

Этот подход особенно актуален для проектов, где критически важны надёжность, и минимизация рисков, а стоимость ошибок может быть чрезвычайно высокой. Модель обеспечивает чёткую структурированность процесса разработки и тестирования, что делает её предпочтительным выбором для сложных и ответственных проектов.

Одним из ключевых преимуществ этой модели является её способность существенно снижать вероятность возникновения ошибки в архитектуре программного обеспечения. Это достигается благодаря тщательному тестированию на каждом этапе, что в итоге способствует созданию более стабильного и качественного продукта. Визуальная схема этой модели представлена на рис. 1.

Недостаток модели — если ошибка была допущена на начальных этапах, то её исправление может затронуть изменение всех последующих этапов.

Наиболее подходящая под задачи реализации системы поддержки принятия решений по оптимизации выбора типа эндодонтических файлов с учетом анатомических особенностей корневых каналов зуба пациента, является V-образная модель. Основная часть проекта держится на поэтапной реализации и тестировании каждой функции системы.

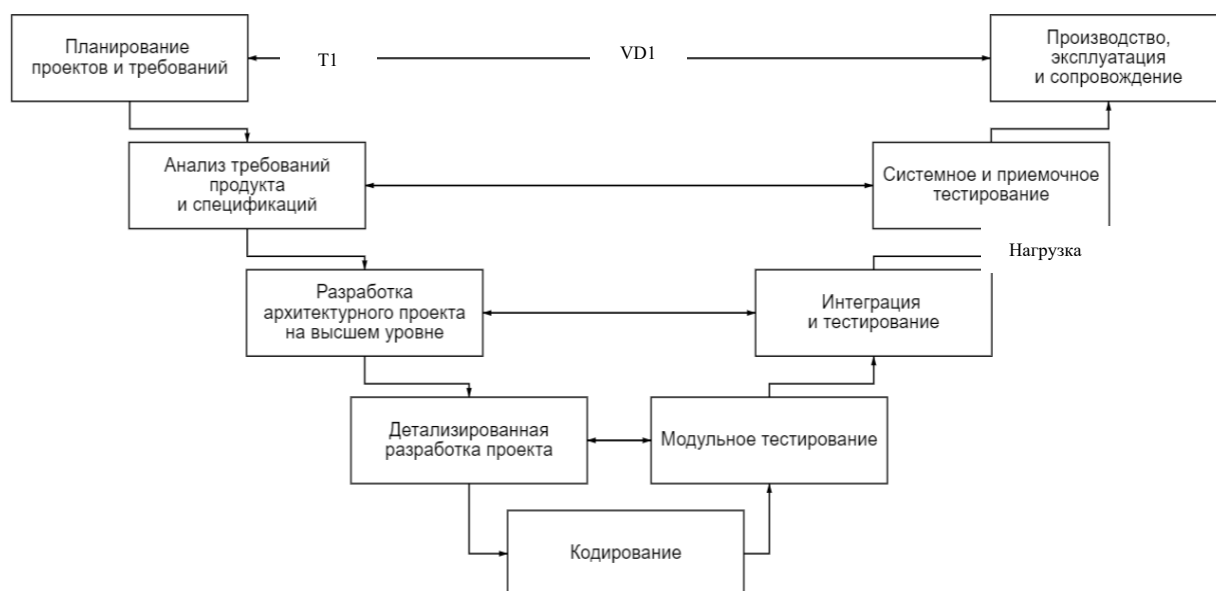


Рис. 1. Иллюстрация V-образная модели разработки программного обеспечения [2]

Медицинская информационная система представляет собой сложный и многокомпонентный программный продукт, разработанный для автоматизации ключевых процессов, обеспечивающих функционирование медицинских учреждений как общей, так и узкой специализации. Основная цель внедрения таких систем заключается в упрощении и оптимизации различных аспектов работы, что позволяет медицинскому учреждению более эффективно выполнять свои задачи.

Результаты автоматизации медицинских информационных систем включают в себя:

1. Ускорение и упрощение электронного документооборота, что минимизирует ручной труд и снижает вероятность ошибок.
2. Повышение гибкости в организации взаимодействия с пациентами, включая запись на приём, учёт медицинской истории и управление лечением.
3. Возможность эффективного и оперативного учёта деятельности административного персонала, что способствует совершенствованию организационной структуры.
4. Контроль всех аспектов работы учреждения, включая организационные и финансовые процессы, что обеспечивает прозрачность и точность управления.

Медицинские информационные системы выполняют широкий спектр задач, направленных на автоматизацию ключевых участков деятельности медицинских учреждений. Их функционал охватывает разнообразные аспекты работы, обеспечивая упрощение и повышение эффективности процессов. Основные задачи, решаемые с помощью таких систем, включают [9]:

- управление регистратурой и введение электронных медицинских карт пациентов, что позволяет сократить время обработки данных и повысить точность записей;
- обработку и хранение данных медицинских исследований, обеспечивая доступность результатов для врачей и других специалистов;
- поддержку рабочих мест врача и медсестры, включая удобные интерфейсы для ввода и анализа информации;
- планирование и распределение ресурсов медицинского учреждения, а также управление расписанием работы;
- ведение финансового учёта и управление финансами, что помогает оптимизировать бюджетные расходы;
- административное управление и средства коммуникации для персонала, улучшая взаимодействие между сотрудниками;
- учёт лекарственных назначений и ведение журнала назначений для контроля лечения пациентов;
- интеграцию стандартов оказания медицинской помощи, что способствует соблюдению протокол лечения и улучшения качества услуг.

Задачи, которые решаются с помощью медицинских информационных систем (МИС), направлены на значительное улучшение организации работы медицинских учреждений и включает в себя:

1. МИС предоставляет возможность эффективно управлять большими объёмами информации о медицинских исследованиях, историях болезни и назначениях. Вся информация централизованно хранится в единой базе данных, что обеспечивает её доступность в любой точке входа в систему. Благодаря такому подходу в медицинских учреждениях создаётся единый стандарт оформления документации, который гарантирует её точность, полноту и структурированность.

2. МИС позволяет интегрировать электронные структуры всех подразделений медицинского учреждения, включая филиалы, в рамках единой электронной системы. Это значительно упрощает генерацию отчётов, анализ деятельности учреждения и обмена информацией между отделениями. Такая система обеспечивает сквозную прозрачность и согласованность данных.

3. Вся информация, собранная в МИС, представлена в виде электронного архива, что существенно облегчает доступ к ней. Система обеспечивает чёткое разграничение прав доступа для разных категорий пользователей. В зависимости от уровня и роли сотрудника в учреждении применяется иерархия прав доступа, что повышает безопасность хранения данных.

На рис. 2 представлена структурная схема функционирования медицинских информационных систем, наглядно демонстрирующая основные процесс и их взаимосвязь.

Основная проблема существующих медицинских информационных систем является их ограниченность в функциональности. Современные системы в основном ориентированы на предоставление информации, но не обеспечивают решения операционных задач.



Рис. 2. Структурная схема медицинских информационных систем [9]

Заключение. В результате проведённого анализа было выявлено, что одной из основных проблем существующих медицинских информационных систем является их ограниченность в функциональности. Современные системы в основном ориентированы на предоставление информации, но не обеспечивают решения операционных задач. Такой подход снижает их практическую ценность, особенно в условиях, требующих принятия сложных решений, где требуется обработка множества переменных и учёт индивидуальных особенностей пациента.

Кроме того, на данный момент отсутствуют аналоги СППР, предназначенной для оптимизации выбора типа эндодонтических файлов с учётом анатомической особенности корневых каналов зубов пациентов. Это делает предложенную систему уникальной и подчёркивает её научную и практическую значимость.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что тема разработки СППР для данной задачи является актуальной. Она отвечает современным требованиям медицины, повышая качество и эффективность предоставляемой стоматологической помощи, а также открывает новые перспективы для использования интеллектуальных технологий в этой области.

Список литературы

1. Гапон Н.В., Колесников Е.А., Сафарьян А.А. Возможности применения интеллектуальных систем в медицине. В: *сборнике научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Инфокоммуникационные технологии: актуальные вопросы цифровой экономики»*. Екатеринбург, 2024. С. 153–155.
2. V-модель тестирования. URL: <https://testengineer.ru/v-model-testirovaniya/> (дата обращения: 15.12.2024).
3. Стандартизация эндодонтических инструментов. URL: <https://vikidalka.ru/2-54559.html> (дата обращения: 15.12.2024).
4. Вавилова Т.П., Островская И.Г. *Биохимия и физиология пульпы зуба*. Москва: Поли Медиа Пресс; 2008. 136 с.
5. Митронин А.В. Краткая история длиной в 50 лет: от кафедры терапевтической стоматологии №2 ММСИ до кафедры карисологии и эндодонтии МГМСУ им. А.И. Евдокимова. *Эндодонтия today*. 2015;13(4):56–59.
6. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. *Системный анализ: проблемы, методология, приложения*. Киев: Наукова думка; 2011. 725 с.

7. Вклад виднейших теоретиков и практиков управления в теорию принятия решений. URL: https://spravochnik.ru/menedzhment/vklad_vidneyshih_teoretikov_i_praktikov_upravleniya_v_teoriyu_prinyatiya_resheniy (дата обращения: 07.12.2024).

8. Митронин А.В., Герасимова М.М. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта (Часть 1). Аспекты применения антибактериальных препаратов. *Эндодонтия today*. 2012;10(1):9–15.

9. Медицинский центр академика Маньина. Курс доктора Райфмана. URL: <https://malanin-dent.ru/activities-conducted-by-the-clinic/krasnodar-izrailrishon-le-ciion-2008.html> (дата обращения: 05.12.2024).

Об авторах:

Николай Валерьевич Гапон, старший преподаватель кафедры кибербезопасности информационных систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), nikolay-rt@mail.ru

Владислав Павлович Деревянченко, студент кафедры кибербезопасности информационных систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), zamruk2000@ya.ru

Алина Александровна Сафарьян, студентка Военной кафедры Ростовского государственного медицинского университета (344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29), alinasafaryan2005@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Nikolay V. Gapon, Senior Lecturer of the Cybersecurity of Information Systems Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), nikolay-rt@mail.ru

Vladislav P. Derevyanchenko, Student of the Cybersecurity of Information Systems Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), zamruk2000@ya.ru

Alina A. Safaryan, Student of the Military Science Department, Rostov State Medical University (29, Nakhichevanskii Ln., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation), alinasafaryan2005@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 624.137.5

Технологические особенности шпунтового ограждения строительного оборудования

В.В. Гарашко

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрена технология шпунтовых ограждений, используемых для строительства различных сооружений. Описаны детали, применяемые для формирования состава шпунтовых ограждений, существующие виды шпунтов. Проанализирован пример строительного объекта, на котором были использованы шпунтовые конструкции. Рассмотрены области, где могут быть применены шпунтовые ограждения. Представлена классификация шпунтовых ограждений, а также их функциональные характеристики и особенности. Рассмотрены факторы, влияющие на структуру и эффективность шпунтовых ограждений, проверочные процедуры, которым подвергаются ограждения, их воздействие на результаты строительного процесса. Проведен анализ преимуществ и недостатков шпунтовых ограждений с учетом их долговечности, безопасности и высоких стандартов качества.

Ключевые слова: строительство, классификация, шпунт

Для цитирования. Гарашко В.В. Технологические особенности шпунтового ограждения строительного оборудования. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):26–30.

Technological Features of Enclosing Sheeting of Construction Equipment

Vladimir V. Garashko

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The technology of enclosing sheeting widespread in construction of various structures has been studied. The composition of enclosing sheeting components and existing types of filleted joints have been described. An example of using enclosing sheeting at a construction site has been analysed. The areas for implementation of enclosing sheeting have been studied. Classification of the types of enclosure sheeting, as well as their functional properties and features have been provided. The factors affecting the structure and efficiency of enclosing sheeting, the inspection procedures they are subjected to, their impact on the construction process results have been investigated. The advantages and disadvantages of enclosing sheeting have been analysed taking into account their durability, safety and high quality standards.

Keywords: construction, classification, filleted joint

For Citation. Garashko VV. Technological Features of Enclosing Sheeting of Construction Equipment. *Young Researcher of the Don*. 2025;10(1):26–30.

Введение. В строительстве различных административных сооружений немаловажную роль играют так называемые шпунтовые ограждения. Они представляют собой подпорную стенку из забиваемых шпунтовых свай. Чаще всего для строительства гидроузлов или иных сооружений применяют шпунтовые желоба из металла, которые образуют крепление замковой формы и формируют высокопрочное полотно основной части ограждения, составленного из нескольких изделий. Главная особенность шпунтовых ограждений заключается в наличии высококачественного по составу металла, включая ванадий и сталь. Эти конструкции применимы как для разработки грунта, так и для построения фундамента.

Цель статьи — понять, какие материалы химического образца подходят для создания шпунтовых ограждений. Также важным аспектом является выявление достоинств и недостатков различных классификаций шпунтовых ограждений. Дополнительно, необходимо уточнить, кому можно доверить строительство гидроузла, исходя из его специфики, изучив вариативность грунта и почвы для закладки гидроузловых шпунтовых оснований.

Основная часть. Конкретный функционал таких ограждений заключается в обеспечении безопасности, защите гидроузлов и котлованов, а также прочих строительных объектов от оползней и осыпания почвы. Важной функцией также является создание альтернативы по водопонижающим работам и формирование углов наклона, если строительный объект проектируется с учетом откосов, поскольку именно на них вероятность осыпания почвы максимальна.

Шпунтовые ограждения могут устанавливаться как с промежутками, так и в виде сплошной стенки. На примере гидроузла можно увидеть, что для начала предпринимаются шаги по созданию специального котлована водосбросной плотины. На этом этапе организуется процесс армирования плит фундамента, укладка различных бетонных смесей по их образцам и погружение противодиффузионного шпунта в нижний бьеф. Укладка шпунтовых ограждений проводится по оси судового хода для формирования причального сооружения, которое включает анкерные устройства и тонкую вертикальную стенку.

Одним из вариантов применения шпунтовых ограждений является шпунтовка Ларсена. Она представляет собой строительный каркас из составных металлических частей и отличается высоким требованием к прочности металла. На саму шпунтовку значительно влияют почвенные условия, поэтому шпунтовая конструкция может погружаться в почву различными способами.

Один из таких способов — это вибропогружение, которое осуществляется с помощью экскаваторов или кранов. В процессе вибрации плотность почвы уменьшается, что вызывает почвенный дисбаланс, формируемый корпусом вибропогружателя. Второй метод — это метод статического давления, который основан на вдавливании шпунтов в землю с использованием прессовочных установок. Этот способ является наиболее щадящим для почвенного грунта и обеспечивает более безопасное закрепление шпунтовых ограждений.

Шпунтовые ограждающие конструкции чаще всего изготавливаются из сплавов металлов или конкретного металлического продукта в единственном экземпляре. Иногда также используется деревянный шпунт. Устойчивость шпунтовой конструкции в почве определяется на основе точных предварительных данных о состоянии грунта и структуры почвы [1, с. 26]. На примере гидроузлов это объясняется тем, что для объектов данного типа создается специальный котлован, который необходимо обеспечить необходимым уровнем гидроизоляции. Однако для достижения наилучшего качества гидроизоляции нужен каркас из металла, тогда как деревянный каркас не гарантирует достаточный уровень защиты. Рассмотрим также пример погружения шпунтовых ограждений для применения в строительстве хозяйственных объектов, включая гидроузлы (рис. 1).

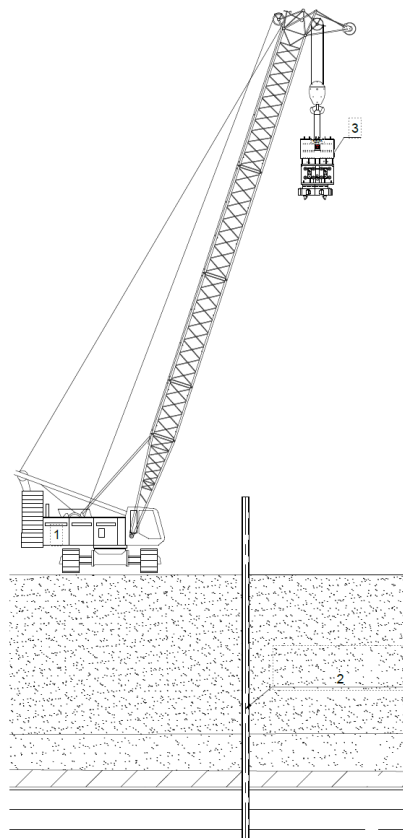


Рис. 1. Погружение шпунтовых ограждений:
1 — стреловой кран; 2 — ось шпунтового ряда; 3 — вибропогружатель

На рис. 1 изображен способ правильного погружения шпунтовых ограждений с целью их последующего закрепления в почвенных недрах и обеспечения устойчивости этих шпунтовых конструкций при строительстве административного объекта. Рассмотрим на конкретном примере технологии шпунтовых ограждений и их применение в строительстве Багаевского гидроузла. Сам гидроузел, расположенный в Ростовской области, был запущен как проект социально–административного характера еще в 2018 году. В течение последующих семи лет строительства в его формирование было заложено более 1 300 свай или шпунтовых ограждений данного типа, что позволило значительно повысить уровень качества противофильтрационных стенок, обеспечивающих водоблокировочный функционал объекта.

В состав Багаевского гидроузла входят судоходный шлюз с центральным пунктом управления, верхние и нижние подходные каналы, установки формата водосбросных плотин, а также меандрирующие рыбоходные и прочие руслорегулирующие станции для сохранения сбалансированного движения потоков воды. Дамбы, входящие в гидроузел, предназначены для предотвращения размывов и обрушений, а также для поддержания необходимой консистенции грунта при строительстве объекта.

Достижение прочности Багаевского гидроузла обеспечивается также за счет внедрения шпунтовых установок иглофильтровочного характера в фундаментальный строительный каркас объекта. На практике для укрепления гидроузла чаще всего используют шпунтовые конструкции Ларсена модели Л5. Такой шпунт содержит анкерные стенки, которые выполняют функцию якоря на лицевой стороне гидроузла [2, с. 44]. Эта конструкция эффективно повышает прочность объекта при взаимодействии с такими строительными материалами, как заливочный бетон и противофильтрационная призма.

Шпунт Ларсена изготавливается из качественного металла, что позволяет значительно повысить прочность гидроузла. Поскольку Багаевский гидроузел предназначен как для судоходства, так и для потокового перемещения рыб, шпунтовые конструкции должны иметь высокий уровень прочности. Для достижения этого предпочтительно включать в состав шпунтовых ограждений сплавы крепких металлов с долговечным сроком службы.

Шпунтовые ограждения также были применены для создания основных гидрорегуляторов и двигательного тракта в водных каналах гидроузла с целью понижения уровня подземных вод, а также для частичного уменьшения уровня котлована самого гидроузла. Создатели проекта углубили и расширили грунтовую проходимость в нижнем и верхнем бьефах и полностью модернизировали створовое окно гидроузла. Благодаря шпунтовым ограждениям строительный объект смог сформироваться в соответствии с исходными расчетными данными по своим рабочим характеристикам: глубина составила 4 метра, ширина — 80 метров, радиус закругления гидроузла — 500 метров.

Шпунтовые ограждения для Багаевского гидроузла, как и для других строительных объектов, состоят из нескольких элементов. Они включают консольные стенки или стенки с небольшой глубиной, которые работают за счет зажима шпунтовых ограждений в грунте. Также имеются стенки шпунтового характера, которые закрепляются с помощью распоров и подкосов, необходимых для предотвращения деформации каркаса ограждений под давлением грунта; для этого используются стальные трубы, прикрепленные к разделительным балкам и упирающиеся в фундаментальную плиту. Кроме того, применяются крепления анкерных свай для ограждения котлованов при отсутствии распорочной системы; такие сваи погружаются на глубину и связываются со шпунтовой стенкой стальными тросами или канатами [3, с. 77].

Говоря о достоинствах шпунтовых ограждений, следует отметить их способность защищать строительный объект от разрушения и воздействия различных факторов, а также возможность снижения затрат на строительство. Однако к недостаткам можно отнести необходимость в большом количестве специальной техники для погружения отдельных частей шпунтовых ограждений и отсутствие защитных мер от непредвиденных обстоятельств. Теперь давайте посмотрим на Багаевский гидроузел, изображенный на одной из схем (рис. 2).

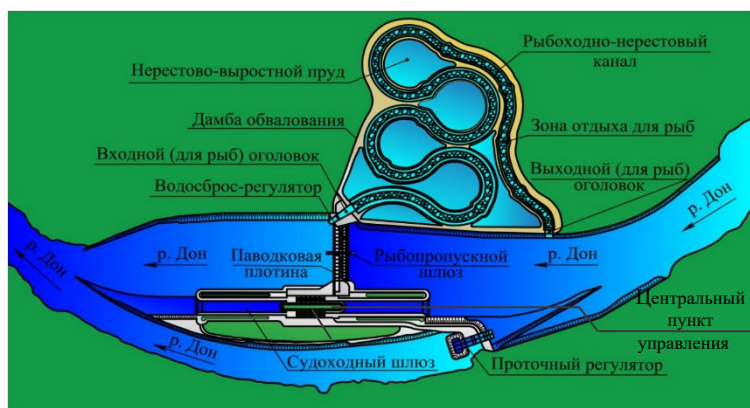


Рис 2. Вариант строения и компоновки Багаевского гидроузла для разного уровня течения воды по его частичной конфигурации

На рис. 2 показан вариант компоновки строения гидроузла в случае возникновения среднего напора потока воды. Если появились потоки воды ещё ниже уровнем, их утилизируют трансформацией объекта.

Багаевский гидроузел — одно из самых современных сооружений для организации судоходства в России. По мнению экспертов, данный объект будет не только способствовать охране окружающей среды, но и обеспечивать беспрепятственное перемещение различных видов судов по российским водным путям (рис. 3).

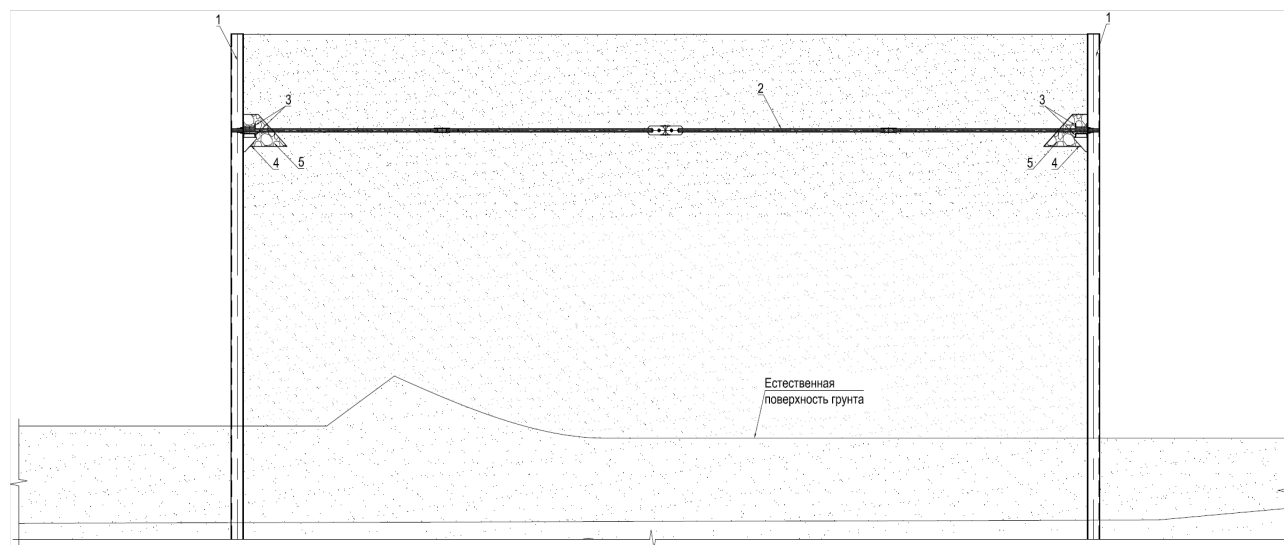


Рис. 3. Применение анкерной тяги в системе строения гидроузла, как регулятора мощности потока воды:

- 1 — профиль шпунтовой стенки; 2 — анкерная тяга; 3 — швеллер;
4 — металлическое фасонное изделие треугольной формы; 5 — щепенка

Говоря о проблемах шпунтовых ограждений, следует отметить, что основными из них являются недостаточное количество сплавов с различными химическими составами. Не каждый шпунт способен обеспечить необходимую прочность конструкции строительного объекта, включая гидроузел. Для качественного заложения фундамента, необходимого для создания гидроузла, древесина как материал для шпунтов маловероятна для достижения необходимых характеристик, поэтому чаще всего применяют металлические каркасы шпунтовых ограждений. Чтобы уменьшить количество подобных проблем, необходимо провести исследование свойств металлов и разработать сплавы с наибольшими показателями прочности. Также требуется найти достойную замену деревянным шпунтам, учитывая их ненадёжность. Важнейшим шагом является изучение структуры почвы и определение квалифицированных специалистов, которые смогут создать устойчивую конструкцию, обеспечивающую эффективную работу водных коммуникаций гидроузла.

Заключение. Шпунтовые ограждения играют важную роль в конструкции любого гидроузла, в том числе и Багаевского. Чем прочнее и надёжнее будет их структура, тем долговечнее окажется сам гидроузеловой объект, и тем меньше будет угроза его разрушения. Конечно, необходимо учитывать недостатки и риски, связанные с формажорными обстоятельствами, при планировании строительства гидроузла и создании шпунтовых ограждений.

Важно выбирать исключительно качественные модели шпунта, которые способны надёжно закрепляться в грунте с высоким уровнем прочности, не повреждая его. Также необходимо поручать создание шпунтовых ограждений только опытным профессионалам, которые знают, какие детали — от распорок до анкеров — необходимо подобрать для качественного соединения в шпунтовых каркасах оградительных конструкций, а также какой металлический сплав обеспечивает необходимую прочность шпунта. Это станет гарантией успеха проекта.

Чем больше качественных металлических сплавов будет разработано для шпунтовых ограждений и чем больше альтернатив деревянным шпунтам будет найдено, тем лучше организовано строительство любого административного объекта. В контексте гидроузлов особенно важно понимать, что высокопрочные шпунтовые конструкции могут обеспечить устойчивость к природным явлениям. Строительство следует доверять только профессионалам с готовыми проектными чертежами и идеями. Необходимо также качественно соединять составные части каркаса шпунта, чтобы успешно решить все возникающие проблемы.

Список литературы

1. Дубинина В.Г., Жукова С.В. Оценка возможных последствий строительства Багаевского гидроузла для экосистемы Дона. *Рыбное хозяйство*. 2016;4:20–30.
2. Шурухин Л.А. Технологии и опыт в строительстве Багаевского гидроузла. *Гидротехника*. 2018;3:41–45.
3. Кривошей В.А. О проекте Багаевского гидроузла. *Астраханский вестник экологического образования*. 2016;2(36):76–80.

Об авторах:

Владимир Владимирович Гарашко, магистрант кафедры технологии строительного производства Донского государственного технического университета (344022, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162), ssuccessfuul@ya.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Vladimir V. Garashko, Master's Student of the Construction Technology Department, Don State Technical University (162, Socialisticheskaya Str., Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation), ssuccessfuul@ya.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 004.021

Методика поиска паттернов в сигналах изменения электрического тока на основе корреляционного анализа

И.О. Дудинов, А.Д. Лукьянов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Предложена методика, основанная на корреляционном анализе сигналов для поиска паттернов в данных изменения величины электрического тока в сети питания помещения при помощи системы мониторинга на базе микроконтроллера ESP-01. В рамках развития цифровой парадигмы в области электроэнергетики предлагается возможность идентификации моментов подключения к сети питания, а также отключения дополнительной нагрузки в качестве результатов исследования. Обработка экспериментальных данных проводилась при помощи пакетов прикладных программ Matlab R2020b.

Ключевые слова: электрический ток, система сбора данных, паттерны, корреляционный анализ, мониторинг работы электрооборудования, Matlab

Для цитирования. Дудинов И.О., Лукьянов А.Д. Методика поиска паттернов в сигналах изменения электрического тока на основе корреляционного анализа. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):31–35.

Methodology of Pattern Search in Electric Current Change Signals Based on Correlation Analysis

Ilya O. Dudinov, Alexander D. Lukyanov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The methodology based on signal correlation analysis has been proposed for searching the patterns across the data on electric current magnitude change in a power supply network of a room using the ESP-01 microcontroller-based monitoring system. Within development of a digital paradigm in electric power engineering, the possibility of identifying the moments of connection to the power supply network, as well as disconnection of additional load, have been proposed as the result of the study. Experimental data were processed using Matlab R2020b software packages.

Keywords: electric current, data acquisition system, patterns, correlation analysis, electrical equipment monitoring, Matlab

For Citation. Dudinov IO, Lukyanov AD. Methodology of Pattern Search in Electric Current Change Signals Based on Correlation Analysis. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):31–35.

Введение. В настоящее время идет активное развитие цифровых технологий для создания так называемых «цифровых двойников» электроэнергетических систем с целью их применения в электрических системах низкого и среднего уровня напряжений [1]. Согласно [2], цифровизация в области электроэнергетики является одним из важнейших аспектов как в отечественной, так и в зарубежной науке. На основании Указа Президента Российской Федерации были сформированы концепции проведения «Цифровой трансформации» электросетевого комплекса страны [3]. Кроме того, в 2019 году была утверждена программа «Цифровая трансформация электроэнергетики России», что обеспечило появление новой парадигмы развития электроэнергетических систем [4]. В соответствующих компаниях на территории Российской Федерации проводятся мероприятия по оснащению распределительных сетей низкого напряжения современными приборами учета с возможностью дальнейшего создания автоматизированных информационно-измерительных систем мониторинга, контроля и учета электроэнергии [2].

Согласно [1], на сегодняшний день «цифровизации» подвергнута малая часть общей энергосистемы, включающая в себя в основном межсистемные связи и другие крупные узлы высокого напряжения, например, 220 кВ и выше. При этом разработка и применение «цифровых двойников» в системах напряжений низкого и среднего уровня остается трудно реализуемой задачей из-за высокой стоимости подобных комплексов [5]. Таким образом, научные исследования в области мониторинга работы электрооборудования являются достаточно актуальными и востребованными в научном сообществе. Целью данного исследования является формирование методики анализа получаемых данных изменения электрического тока в сети питания помещения при помощи системы мониторинга на базе микроконтроллера ESP-01. В качестве результатов предполагается возможность идентификации моментов подключения к сети питания дополнительной нагрузки, а также нахождения моментов ее отключения по окончании работы.

Основная часть. Под термином «паттерн» или «образец» понимаются шаблонные (закономерные) изменения величины потребляемой электрической мощности во времени [6–8]. Математические основы теории паттернов, которые на сегодняшний день активно применяются при решении задач распознавания образов, были заложены американским математиком шведского происхождения Ульфом Гренандером в 1993 году [9], а варианты использования в системе диагностики промышленного оборудования можно увидеть, например, в [10].

Получаемые паттерны предлагается использовать для мониторинга работы электрооборудования, а именно для нахождения интервалов времени активной работы подключаемых устройств. В теории цифровой обработки сигналов наряду со спектральным анализом особое внимание уделяется также корреляционному анализу [11]. Для формирования методики мониторинга предлагается использовать взаимную корреляционную функцию, которая позволяет количественно оценить степень сходства между шаблонным сигналом и фактическими данными изменения электрического тока, сдвинутыми во времени относительно друг друга. Ниже приведен общий вид взаимной корреляционной функции, которая представляет собой интеграл от произведения двух сигналов s_1 и s_2 в бесконечных пределах [11]:

$$B_s(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t) \cdot s_2(t - \tau) dt, \quad (1)$$

где $s_1(t)$ и $s_2(t)$ — исходный сигнал изменения электрического тока в сети питания и полученный сигнал усредненного паттерна тока соответственно.

Для достижения поставленной цели возникает потребность в разработке специализированной системы сбора данных, способной длительное время передавать данные о параметрах электрической энергии в точке установки датчиковой аппаратуры. Для этого предлагается использовать систему сбора данных, разработанную на кафедре «Автоматизация производственных процессов» Донского государственного технического университета (рис. 1 а). Вычислительным ядром всей системы выступает микроконтроллер ESP-01 производства китайской компании «Espressif Systems». Преимуществами этого микроконтроллера являются относительная дешевизна и наличие встроенного протокола беспроводной передачи данных по сети Wi-Fi. В качестве измерительного узла применяется неинвазивный датчик переменного тока SCT-013-030, работающий по принципу понижающего трансформатора (рис. 1 б). Система сбора данных выполняет измерения величин электрического тока и мощности каждые две секунды с последующей их передачей на облачный сервер.



Рис. 1. Система мониторинга работы электрооборудования в помещении:

а — внешний вид системы; б — способ подключения датчика переменного тока в сеть питания

По результатам визуализации данных изменения величины электрического тока в сети питания, собранных за несколько часов 26.10.2024 (рис. 2 а) и 31.10.2024 (рис. 2 б), можно заметить моменты подключения и отключения различной нагрузки, что объясняется скачками потребляемой мощности в сети электропитания, образующих исследуемые паттерны. При этом в результате обработки экспериментальных данных получены усредненные шаблоны сигналов изменения тока для конкретно этой электрической нагрузки (рис. 2 в и г).

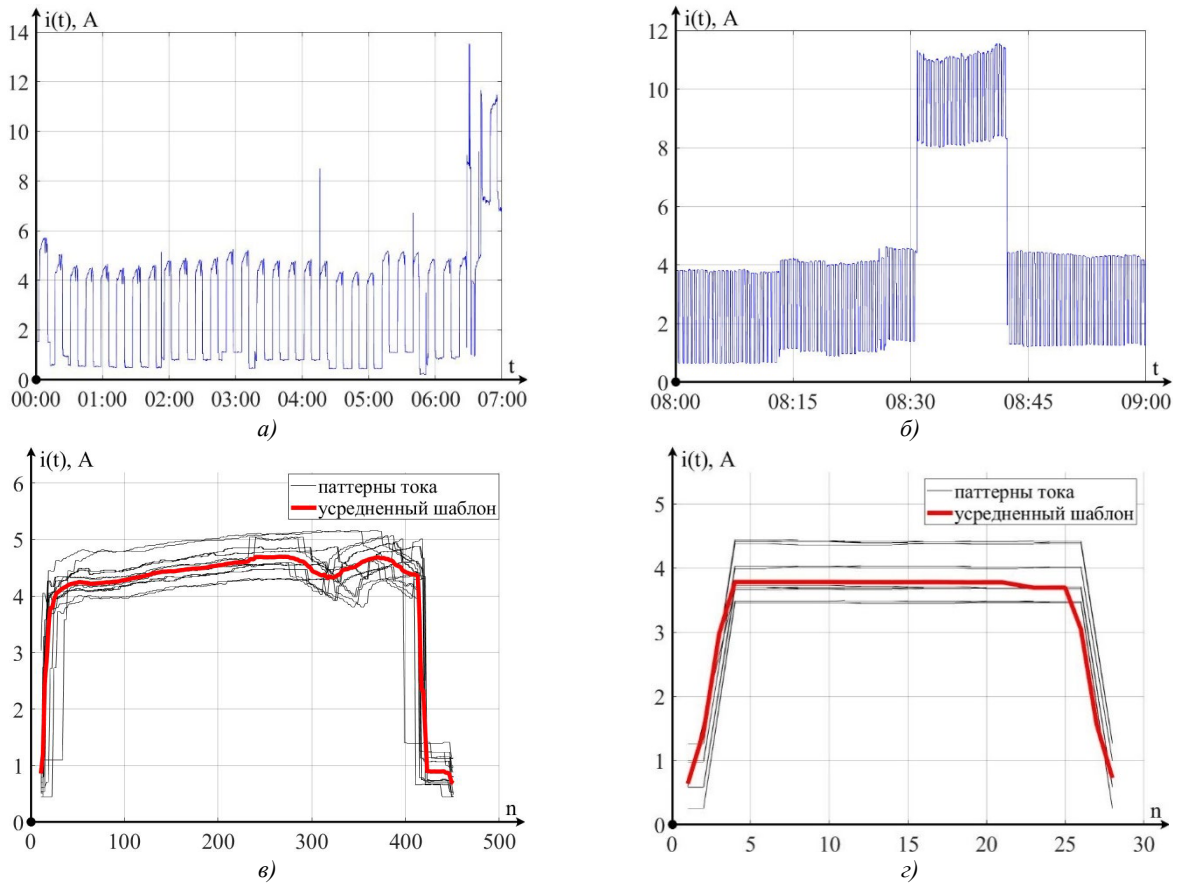
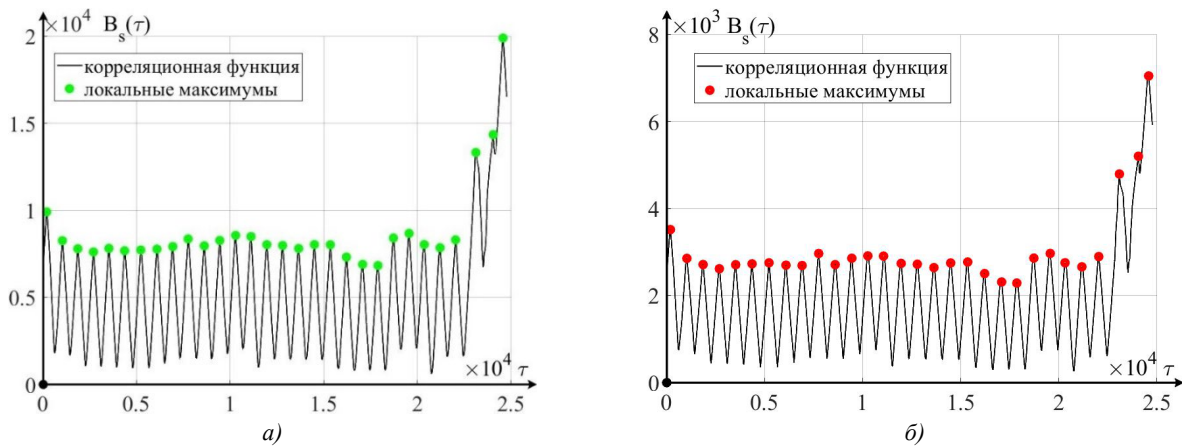


Рис. 2. Измеренные данные: а, б — сигналы изменения величины электрического тока в сети питания за 26.10.2024 и 31.10.2024 соответственно; в, г — паттерны тока за 26.10.2024 и 31.10.2024 соответственно

Согласно [11], чем больше значение корреляционной функции B_s , тем выше степень сходства между сигналами при их текущем взаиморасположении (значении величины сдвига τ). Так на рис. 3 представлены полученные в соответствии с уравнением 1 взаимные корреляционные функции сигналов изменения электрического тока и найденных паттернов тока, где локальные максимумы соответствуют величине сдвига, при которой достигается максимальное соответствие между сигналами. При этом зелеными точками (рис. 3 а и в) обозначены локальные максимумы, соответствующие величинам сдвига τ , при которых идентифицированы моменты подключения электроприборов, а красными точками (рис. 3 б и г) соответственно моменты отключения устройств. Для наглядности на рис. 4 представлена графическая интерпретация найденных моментов времени подключения и отключения электрооборудования.



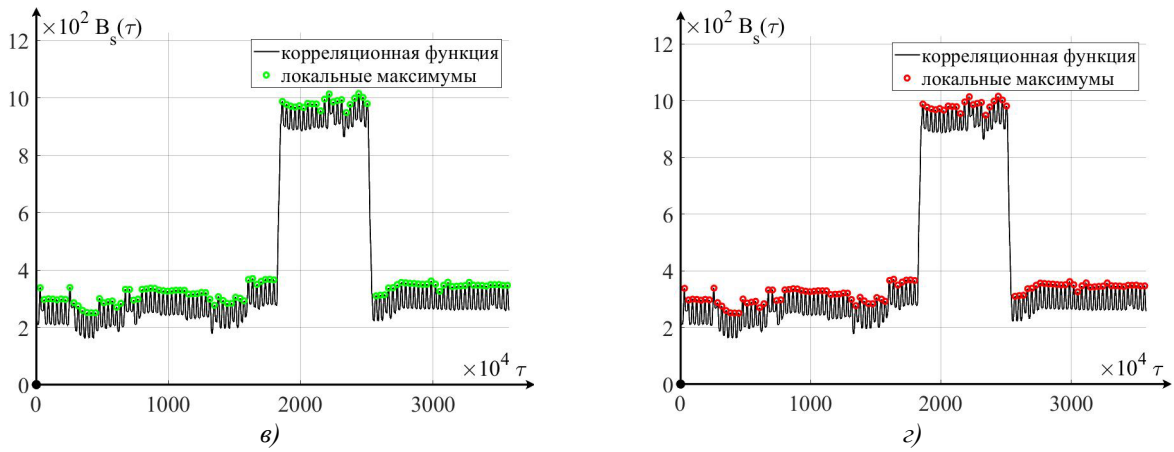


Рис. 3. Взаимные корреляционные функции сигналов изменения электрического тока и найденных паттернов тока для поиска моментов подключения и отключения устройств:

a, б — данные за 26.10.2024; *в, г* — данные за 31.10.2024

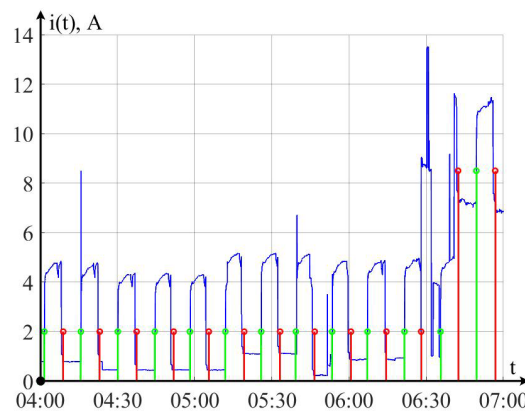


Рис. 4. Найденные моменты подключения и отключения электрооборудования в сигнале, записанном 26.10.2024

Кроме того, на рис. 5 демонстрируются результаты обработки, позволяющие «вырезать» найденные паттерны сигналов из исходных данных с целью дальнейшего анализа и возможного поиска новых паттернов в случае работы нескольких устройств одновременно.

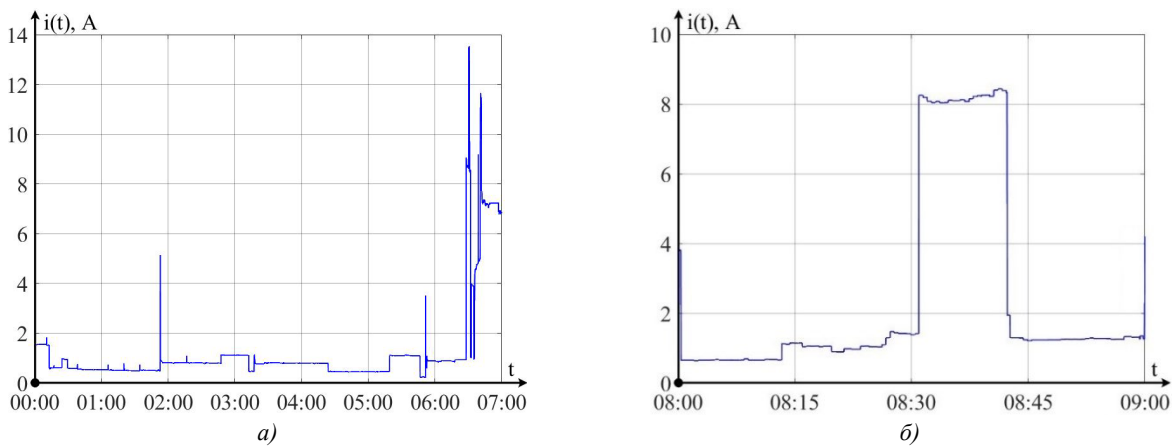


Рис. 5. Результаты обработки исходным данных посредством «вырезания» найденных паттернов тока:

a — данные за 26.10.2024; *б* — данные за 31.10.2024

Исходя из полученных результатов, можно судить об адекватности предлагаемой авторами методики обработки и анализа данных изменения параметров электрической сети с целью мониторинга работы электрооборудования.

Заключение. В результате выполненного исследования в рамках развития цифровой парадигмы в области электроэнергетики представлена методика, основанная на корреляционном анализе сигналов, для поиска паттернов в экспериментальных данных изменения электрического тока, получаемых при помощи системы мониторинга параметров электрической энергии в сети питания. Предлагаемый способ обработки и анализа данных

предоставляет возможность идентификации моментов подключения к сети питания, а также отключения, дополнительной нагрузки. Графическая интерпретация получаемых в процессе эксперимента результатов позволяет убедиться в адекватности предлагаемой авторами методики.

Список литературы

1. Казымов И.М., Компанец Б.С., Дробязко О.Н. Разработка устройства для контроля параметров электрической энергии в распределительной сети. *Инновационные транспортные системы и технологии*. 2021;7(3):106–119. <http://doi.org/10.17816/transsyst202173106-119>
2. Казымов И.М., Компанец Б.С., Дробязко О.Н. Разработка системы контроля параметров электрической энергии в распределительной сети. *Транспортные системы и технологии*. 2021;7(2):106–118. <http://doi.org/10.17816/transsyst202172106-118>
3. *О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года*. Указ Президента Российской Федерации №204 от 7 мая 2018 г. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 18.01.2025).
4. Рогалева Н.Д. *Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития*. Москва: Издательство МЭИ; 2019. 300 с. URL: http://ntsees.ru/sites/default/files/cifrovaya_energetika_blok.pdf (дата обращения: 18.01.2025).
5. Henriques NO, Correa Mestrando RLS. Use of Smart Grids to Monitor Technical Losses to Improve Non-Technical Losses Estimation. In: *Proceedings of the Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE), May 12–16*. Niteroi, Brazil: IEEE; 2018. P. 1–6. <http://doi.org/10.1109/SBSE.2018.8395924>
6. Алескерев Ф.Т., Белоусова В.Ю., Егорова Л.Г., Миркин Б.Г. Анализ паттернов в статике и динамике. Часть 1: Обзор литературы и уточнение понятия. *Бизнес-информатика*. 2013;3(25):3–18. URL: [https://bijournal.hse.ru/2013--3\(25\).html](https://bijournal.hse.ru/2013--3(25).html) (дата обращения: 18.01.2025).
7. Алескерев Ф.Т., Гохберг Л.М., Егорова Л.Г., Мячин А.Л., Сагиева Г.С. *Анализ данных науки, образования и инновационной деятельности с использованием методов анализа паттернов*. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа математики». Москва: Изд. Дом Высшей школы математики; 2012. 72 с.
8. Дудинов И.О. *Применение нейронной сети в задаче нахождения паттернов в последовательностях сигналов потребления электрической мощности*. В: Материалах Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». Том XIV. Москва: ООО «ЕВРОАЗИАТСКАЯ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА», 2023. С. 87–89.
9. Коваленко П.П., Мусалимов П.П. Прямая и обратная задачи паттернизации сигналов и изображений. *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*. 2011;54(1):38–45.
10. Lukyanov AD, Vernezi MA, Katin OI, Dolgov VV, Zimovnov IA, Studennikova SG. Development of Methods for Analyzing Patterns of Current Consumption in a System for Wireless Monitoring the Effectiveness of Metalworking Production. In: *Proceedings of the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Science; 2020. 900 012017. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/900/1/012017>
11. Сергиенко А. *Цифровая обработка сигналов*. 3-е изд. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург; 2011. 768 с.

Об авторах:

Илья Олегович Дудинов, аспирант кафедры автоматизации производственных процессов Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ilya.sandman@yandex.ru

Александр Дмитриевич Лукьянов, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), lex1998@rambler.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Ilya O. Dudinov, Post-Graduate Student of the Production Processes Automation Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), ilya.sandman@yandex.ru

Alexander D. Lukyanov, Cand.Sci. (Engineering), Head of the Production Processes Automation Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), lex1998@rambler.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 502.174.3

Освещение трасс при помощи возобновляемых источников энергии

И.Д. Ершова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Автомобильные дороги, общая протяжённость которых в России составляет около 1,66 млн км, имеют стратегическое значение для страны, связывая обширные территории. Развитие данной инфраструктуры напрямую влияет как на рост населённых пунктов, так и на процветание государства в целом. Эта сфера представляет собой стратегически важный объект, требующий постоянной эксплуатации независимо от времени суток и сезонов. В связи с этим необходимо поддерживать хорошую видимость на трассах в ночное время, что обеспечивает безопасность и эффективность их использования. Однако для выполнения этих условий государству требуется выделять значительные финансовые средства на оснащение дорог искусственным освещением, что составляет сотни тысяч рублей. Цель данной статьи — анализ существующих альтернативных решений и их преимущества по сравнению с традиционными методами освещения автомобильных дорог в России.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, восстанавливаемые источники энергии (ВИЭ), экономическая выгода, экологичность

Для цитирования. Ершова И.Д. Освещение трасс при помощи возобновляемых источников энергии. *Молодой исследователь Дона.* 2025;10(1):36–38.

Lighting the Highways Using Renewable Energy Sources

Irina D. Ershova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Motorways, with their total length in Russia of about 1.66 million km, are of strategic importance for the country as they connect vast territories. The development of this infrastructure directly affects both the growth of settlements and the prosperity of the state as a whole. This sector represents a strategically important object that is critical for constant operation regardless of the time of day and season. Therefore, it is necessary to provide unobstructed visibility on the highways at night to ensure their safe and efficient operation. However, to meet these requirements, the state needs to allocate significant funds for equipping the roads with artificial lighting, which amounts to hundreds of thousands of rubles. The aim of the present article is to analyse the existing alternative solutions and their advantages over traditional methods of lighting motorways in Russia.

Keywords: renewable energy sources, recoverable/restorable energy sources (RES), economic benefit, environmental friendliness

For citation. Ershova ID. Lighting the Highways Using Renewable Energy Sources. *Young Researcher of Don.* 2025;10(1):36–38.

Введение. Рассмотрим статистику, предоставленную государственной инспекцией безопасности дорожного движения (ГИБДД МВД РФ), и на её основе проанализируем значительное влияние освещения автомобильных дорог на безопасность движения в ночное время. По данным ГИБДД, в 2024 году было зарегистрировано 116,1 тысячи дорожно-транспортных происшествий (ДТП), из которых 25,4 тысячи произошло в темное время суток. Количество погибших в этих происшествиях составляет около 28 % от общего числа жертв [1]. Данные свидетельствуют о том, что примерно 32,4 % ДТП происходят именно в ночное время. Причины этих происшествий разнообразны, включая человеческий фактор и плохую видимость на дорогах. Последний фактор признан наиболее распространенной причиной аварий. Для обеспечения безопасности на дорогах в темное время суток средние расходы на освещение всех магистралей федерального значения составляют порядка 3 млрд руб. в год.

Основная часть. Рассмотрим возможные решения по снижению затрат на электрическую энергию для освещения трасс через внедрение регенеративных источников энергии. В России возможными альтернативными источниками энергетики являются солнечная и ветровая энергия, а также гидроэнергетика и гибридные источники [2]. Выбор типа источника во многом зависит от региона страны. Например, использование солнечной энергии наиболее целесообразно в южном, восточном и западном регионах России, поскольку уровень солнечного излучения в этих зонах превышает 1700 часов в год [3], что необходимо для эффективной работы солнечных установок. В рамках проектов для этих регионов предполагается установка систем, оснащенных солнечными панелями. Эти панели способны преобразовывать солнечную энергию в электрическую. Каждый фонарный столб может быть оборудован солнечной панелью, которая накапливает солнечное излучение в течение дня. Затем накопленная энергия преобразуется в электрическую с помощью контроллера, находящегося в электрогенераторе. Энергия будет сохраняться в аккумуляторной батарее, а в ночное время использоваться для освещения.

Также стоит рассмотреть альтернативный источник энергии — ветер. Регионы с частыми и сильными ветрами, такие как север, запад и восток страны, подходят для установки ветровых генераторов [3]. Эти конструкции можно разместить вдоль дорог, где поток транспортных средств, движущихся со скоростью не выше 90 км/ч (на автомагистралях — не выше 110 км/ч), создает поток воздуха. Воздушный поток может быть преобразован в электрическую энергию. Установка вертикальной ветровой турбины на каждом фонарном столбе позволит извлекать энергию из ветра, благодаря вращению лопастей ротора, что приводит к генерации электричества.

Сейчас также растёт популярность гибридных систем, которые могут одновременно использовать два источника энергии — солнечный и ветровой. Эти устройства могут эффективно эксплуатироваться в различных регионах России благодаря своей универсальной конструкции.

Все рассмотренные решения позволяют уменьшить затраты на энергоресурсы, и их можно дополнительно оснастить датчиками, которые отслеживают изменение яркости и движение. Это позволит рационально использовать накопленный заряд батареи.

Работа системы может быть организована следующим образом: при отсутствии движения на дороге фонарь будет функционировать в «экономном» режиме, снижая яркость примерно на 30–40 %. Датчики движения будут установлены на расстоянии 70–100 метров от столба. В момент, когда транспортное средство пересечёт зону действия сенсора, будет подан сигнал на микроконтроллер. Используя радиосигналы в диапазоне 2,4 ГГц, контроллер увеличит ток, яркость освещения достигнет 100 %. После окончания движения микроконтроллер снова снизит яркость. Этот подход поможет экономить заряд аккумулятора, поскольку в зависимости от времени года и климатических условий, заряд может быть неполным или работать неэффективно.

Важно отметить, что установка будет калиброваться в соответствии с требованиями ГОСТ и СНиП, чтобы избежать даже незначительных нарушений, которые могут привести к увеличению числа происшествий [4]. Преимуществом предложенных конструкций является использование возобновляемых источников энергии, что не вредит окружающей среде, поскольку это безотходное производство энергии, и такие источники не требуют дополнительных расходов, кроме эксплуатации.

Теперь рассчитаем экономическую эффективность рассматриваемого решения. Предположим, что возникла ситуация обрыва электросети, и обычный осветительный фонарь работает исключительно от своего аккумулятора, как и фонари, использующие альтернативные источники энергии. Для этого расчета можно использовать следующую формулу, показывающую зависимость времени разряда и работы аккумулятора [5]:

$$T = C_{\text{АКБ}} / (I_{\text{нагр.}} \cdot 0,70), \quad (1)$$

где $C_{\text{АКБ}}$ — емкость аккумулятора (mAh), $I_{\text{нагр.}}$ — ток нагрузки устройства (mA), 0,70 — поправочный коэффициент, учитывающий влияние внешних факторов на срок службы аккумулятора.

Для лучшей наглядности представим результаты расчетов в графическом виде (рис. 1).

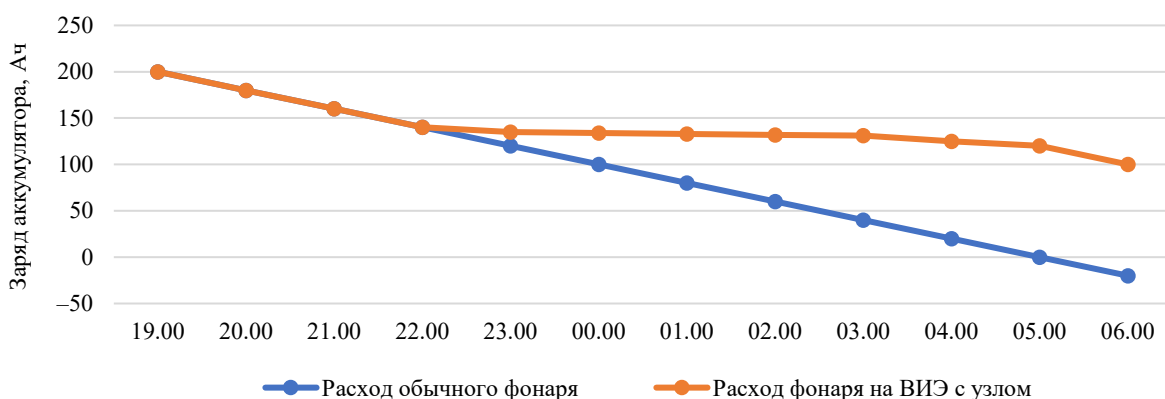


Рис. 1. График сравнения осветительных фонарей для автомобильных дорог

Анализируя график зависимости заряда аккумулятора от длительности его работы, можно заметить, что традиционный вид освещения при отключении электроснабжения не сможет обеспечить освещение проезжей части на всю ночь, в отличие от установки с использованием альтернативных источников энергии, которая будет иметь систему для рационального расходования накопленных ресурсов.

Заключение. Рассмотрев предложенные решения, можно сделать вывод о том, что проект имеет значительный потенциал, так как он предоставляет экономические выгоды для государства за счет использования возобновляемых ресурсов для освещения в каждом регионе страны, а также способствует повышению безопасности дорожного движения в темное время суток.

Кроме того, разработанные установки могут быть интегрированы в уже существующие системы освещения в различных регионах страны. Поскольку энергия будет вырабатываться непосредственно вблизи источников её потребления, это исключает необходимость в транспортировке электроэнергии. Также следует отметить, что данная разработка может решить проблему освещенности трасс и является энергетически, экологически и экономически эффективной. В России существует возможность перехода на возобновляемые источники энергии для освещения дорог, что, в свою очередь, позволит сократить зависимость от традиционных источников энергии и снизить затраты на их использование.

Список литературы

1. Статистика ДТП по России. URL: <https://rusdtp.ru/stat-dtp/> (дата обращения: 12.01.2025).
2. Перспективы развития ВИЭ в России. URL: <https://ekoenergia.ru/o-probleme/vozobnovlyaemyie-istochniki-energii-v-rossii.html> (дата обращения: 12.12.2024).
3. Карта инсоляции России, карта ветров России. URL: https://itw66.ru/blog/alternative_energy/88.html (дата обращения: 12.12.2024).
4. Требования к освещению дорог общего пользования. URL: <https://ksosvet.ru/blog/osveshchenie-avtomobilnyh-dorog-po-gost-i-snip/> (дата обращения: 12.12.2024).
5. Онлайн- калькулятор времени разряда и работы аккумулятора. URL: <https://voltiq.ru/services/battery-life-calculator/> (дата обращения: 12.12.2024).

Об авторе:

Ирина Денисовна Ершова, студент кафедры электротехники и электроники Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), irina.d.ershova@gmail.com

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Irina D. Ershova, Bachelor Student of the Electrical Engineering and Electronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), irina.d.ershova@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621 906 (075)

Разработка захватывающего устройства промышленного робота

Д.А. Каменский

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Автоматизация производства охватывает все более широкие сферы, включая складскую деятельность и медицинский сектор. В машиностроении промышленные роботы вступают на место человека при выполнении высокоточных операций. Тем не менее высокая себестоимость продолжает оставаться серьезной преградой для широкого внедрения автоматизации. Захватывающие устройства (ЗУ) играют важную роль, обеспечивая точность зажатия и позиционирования заготовок. С развитием аддитивных технологий появилась возможность разработки легких и простых в производстве ЗУ для малогабаритных предметов. Проведенные расчеты вала ЗУ методом конечных элементов подтвердили необходимость использования полого металлического вала для повышения надежности конструкции. В результате была разработана 3D-модель сборки ЗУ, учитывающая все нагрузочные характеристики и конструктивные особенности. Предложен новый подход к созданию элементов роботов с использованием современных технологий, что может существенно повысить эффективность автоматизации процессов.

Ключевые слова: захватывающие устройство, узконаправленные, антропоморфные устройства, грузоподъемность

Для цитирования. Каменский Д.А. Разработка захватывающего устройства промышленного робота. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):39–41.

Development of the Industrial Robot Gripper

Danil A. Kamensky

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The range of production areas covered with automation is expanding, it includes warehousing and medical sectors. In mechanical engineering, industrial robots replace the humans in performing the high-precision operations. However, the high prime cost restrains the widescale implementation of the automation. Grippers are important for ensuring the accuracy of clamping and positioning of workpieces. With the development of additive technologies, it has become possible to develop the lightweight and easily manufactured units for gripping the small-sized items. After making the calculations of the shaft of a gripper using the finite element method, the need to use a hollow metal shaft to improve the reliability of the structure has been ascertained. As a result, a 3D model of the gripper assembly has been developed, taking into account all load properties and design features. A new approach to the creation of the robotic elements using the modern technologies has been proposed, which can significantly increase the efficiency of process automation.

Keywords: gripper, sector-specific, anthropomorphic devices, lifting capacity

For Citation. Kamensky DA. Development of the Industrial Robot Gripper. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):39–41.

Введение. С каждым годом автоматизация производства продолжает активно расширяться, охватывая не только машиностроительные предприятия, но и множество других сфер. К числу таких областей можно отнести складскую, где автоматизация процессов загрузки и разгрузки грузов на стеллажи достигает новых высот. В логистической сфере роботы активно участвуют в подготовке грузов к отправке и их приеме для дальнейшей передачи на склад. В медицинской области автоматизация проявляется в том, что роботы помогают проводить операции, доставляют медикаменты и ухаживают за пациентами. Химическая сфера также не остается в стороне, используя роботов для смешивания и измерения количества веществ при производстве [1].

В машиностроении промышленные роботы все больше заменяют людей на рабочих местах. Эти устройства, известные как промышленные роботы (ПР), выполняют различные виды работ, включая те, которые требуют высокой точности. Промышленный робот — это автоматизированное устройство, предназначенное для выполнения технологических и (или) вспомогательных операций в промышленности. В зависимости от специфики применения существуют и роботы непромышленного назначения, такие как пожарные, сельскохозяйственные и военные роботы.

Современные промышленные роботы становятся все более совершенными и функциональными, что, в свою очередь, приводит к увеличению их себестоимости. Это является важным фактором, влияющим как на развитие автоматизации производства, так и на формирование цен на готовую продукцию. Для снижения стоимости крайне важно применять доступные, но эффективные технические решения. Одна из насущных проблем, требующих решения, заключается в накоплении погрешности позиционирования у манипуляторов промышленных роботов. Целью данной работы является разработка захватывающего устройства для промышленного робота, которое будет эффективно выполнять переданные ему функции.

Основная часть. Захватывающие устройства (ЗУ) — важная часть конструкции робота, позволяющая добиться требуемой точности зажатия и позиционирования заготовки. Существуют различные типы захватывающих устройств — от узконаправленных до антропоморфных (подобных руке человека). С появлением аддитивных технологий появилась возможность изготовления более легких ЗУ, позволяющих обеспечить требуемую грузоподъемность и, что немаловажно, аддитивные технологии позволяют упростить изготовление ЗУ (рис. 1).

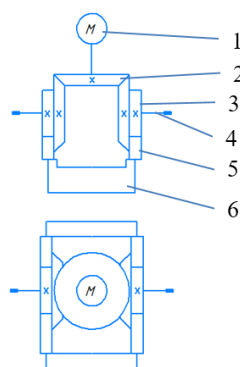


Рис. 1. Кинематическая схема захватывающего устройства:
1 — мотор-редуктор; 2 — коническое колесо; 3 — цилиндрическая шестерня;
4 — вал; 5 — рейка; 6 — прижимы

Этот захватный узел (ЗУ) предназначен для зажима и перемещения заготовок массой до 2 кг, что идеально подходит для манипуляций с малогабаритными изделиями. Например, он может эффективно использоваться для размещения различных товаров на полках магазинов. Коэффициенты трения для материала ABS-пластика варьируются от 0,275 до 0,245. Для увеличения этого значения губки ЗУ можно изготовить из фрикционных материалов. Сборка 3D модели была выполнена в САПР «Компас 3D» (рис. 2).

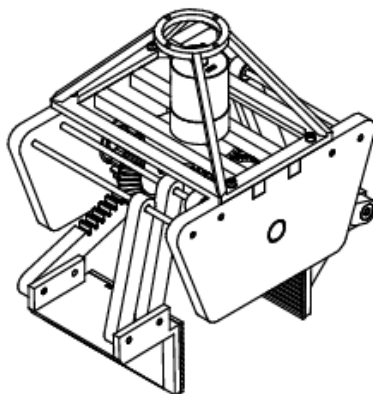


Рис. 2. Захватывающее устройство в сборе

Самой нагружаемой частью данного устройства является вал, который крепится консольно и на конце которого установлена коническая шестерня. Для проверки нагрузок был проведен проектный расчет с использованием метода конечных элементов в модуле АРМ FEM программы «Компас 3D» (рис. 3).

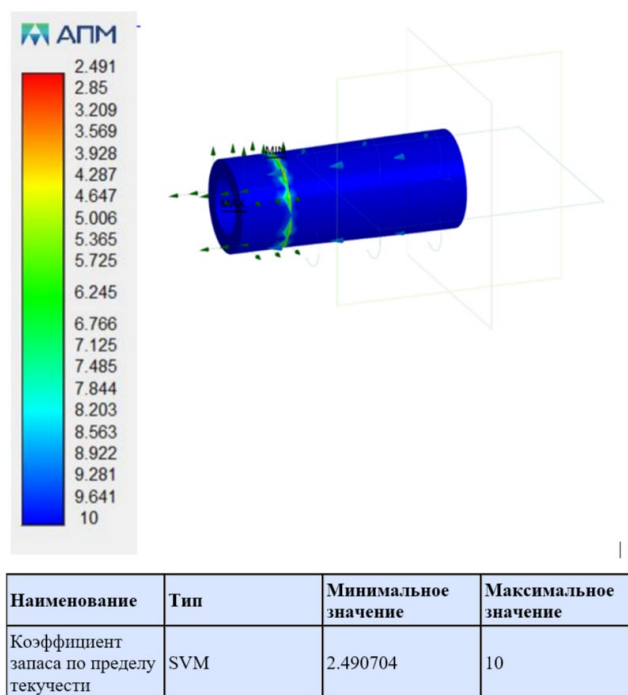


Рис. 3. Проверка коэффициент запаса по пределу текучести

По результатам расчёта было выявлено, что будет применен полый вал из металлической трубы. Такой вал выдерживает действующие на него силы и обладает требуемым запасом.

Заключение. По результатам работы была разработана 3D-модель сборки ЗУ. Созданы модели всех деталей ЗУ с учетом конструктивных особенностей и прикладываемых нагрузок к силовым элементам устройства. Проведен расчет самого нагружаемого элемента ЗУ. Предложен подход в создании элементов роботов с использованием современных технологий.

Список литературы

- Егоров О.Д. *Конструирование механизмов роботов*. Учебник для студентов высших учебных заведений. Москва: Абрис; 2012. 443 с.
- Соломцев Ю.М., Жуков К.П., Павлов Ю.А. *Промышленные роботы в машиностроении*, учебное пособие 1986, 141с. <https://cloud.mail.ru/public/rsgL/vNoCVUfbg> (дата обращения: 12.12.2024).
- Antypas IR. Modeling the Dynamic Loads Affecting a Bridge Crane during Start-Up. *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don)*. 2024;24(2):190–197. <https://doi.org/10.23947/2687-1653-2024-24-2-190-197>

Об авторе:

Данил Александрович Каменский, студент кафедры основ конструирования машин Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1) danil.kamensky@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Danil A. Kamensky, Student of the Fundamentals of Machinery Design Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation) danil.kamensky@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 519.87:004

Модифицированная модель генетического алгоритма с увеличением числа кроссоверов для минимаксной оптимизации в многопроцессорных системах

В.Г. Кобак, В.А. Белодедов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В данной статье рассматривается применение генетических алгоритмов для решения задачи минимизации максимального времени выполнения заданий в многопроцессорной системе. Предложена модифицированная модель Голдберга с использованием турнирного отбора и двухточечного кроссовера, что позволяет повысить эффективность алгоритма. Проведён вычислительный эксперимент с различными параметрами кроссовера, результаты которого показывают, что увеличение числа точек кроссовера положительно влияет на точность алгоритма, но сопровождается ростом вычислительных затрат. Анализ полученных данных подтверждает перспективность предложенного подхода для решения задач распределения ресурсов, открывая новые возможности для оптимизации работы многопроцессорных систем.

Ключевые слова: генетические алгоритмы, минимаксная оптимизация, многопроцессорные системы, распределение заданий, турнирный отбор, двухточечный кроссовер, вычислительный эксперимент, модифицированная модель Голдберга, оптимизация ресурсов

Для цитирования. Кобак В.Г., Белодедов В.А. Модифицированная модель генетического алгоритма с увеличением числа кроссоверов для минимаксной оптимизации в многопроцессорных системах. *Молодой исследователь Дона.* 2025;10(1):42–44.

Modified Genetic Algorithm Model with Increased Number of Crossovers for Minimax Optimization in Multiprocessor Systems

Valerii G. Kobak, Viktor A. Belodedov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article investigates the use of the genetic algorithms for solving the problem of minimization of the maximum task-execution time in the multiprocessor systems. A modified Goldberg model based on tournament selection strategy and two-point crossover technique has been proposed, which made it possible to improve the algorithm efficiency. A computational experiment with various crossover parameters has been conducted, the obtained results indicate the positive effect of the crossover points number increase on the algorithm accuracy, although this requires the computation cost rise. Analysis of the obtained data ascertains the prospects of the proposed approach to solving the resource allocation problems, providing new opportunities for optimization of the multiprocessor system operations.

Keywords: genetic algorithms, minimax optimization, multiprocessor systems, task distribution, tournament selection, two-point crossover, computational experiment, modified Goldberg model, resource optimization

For Citation. Kobak VG, Belodedov VA. Modified Genetic Algorithm Model with Increased Number of Crossovers for Minimax Optimization in Multiprocessor Systems. *Young Researcher of Don.* 2025;10(1):42–44.

Введение. В последние годы генетические алгоритмы (ГА) завоевали популярность как мощный метод для решения множества задач оптимизации в науке и инженерии. Эти алгоритмы основываются на принципах есте-

ственного отбора и эволюции, что позволяет успешно находить глобальные оптимумы для сложных многопараметрических функций [1]. Однако, несмотря на широкую применимость генетических алгоритмов, задача повышения их точности и эффективности остается актуальной. Разработка новых подходов, таких как усовершенствованные методы селекции, кроссовера и мутации, а также интеграция современных вычислительных технологий, играет ключевую роль в улучшении их производительности и расширении возможностей для решения более сложных задач.

Основная часть. Постановка задачи. Неоднородная минимаксная задача представляет собой задачу оптимизации, в которой необходимо минимизировать максимум некоторого набора целевых функций, заданных на одном или нескольких множествах переменных, при этом данные или структура задачи обладают свойством неоднородности. Эта неоднородность может проявляться в различии целевых функций, которые могут быть определены в разных формах или учитывать различные аспекты модели, а также различии ограничений, которые могут быть линейными, нелинейными, интегральными или иными, и в различии областей определения переменных, которые могут принадлежать разным множествам. Формально такая задача может быть представлена как минимизация максимума набора функций f_i , где x принадлежит множеству допустимых решений X , а i — индексное множество. Подобные задачи характерны для многокритериальной оптимизации, робастной оптимизации и задач теории игр. Их решение часто требует использования специальных методов, которые учитывают неоднородность, таких как иерархические подходы, разбиение на подзадачи или применение гибридных численных методов [2].

Методы решения. Для решения поставленной задачи применяются как точные, так и приближенные алгоритмы. В данной работе использовался генетический алгоритм, основанный на модифицированной модели Голдберга. Основное отличие модифицированной модели заключается в использовании турнирного отбора вместо стандартного канонического подхода. При турнирном отборе после выполнения операции кроссовера возможна мутация, после чего худший из потомков исключается. Оставшийся потомок проходит сравнение с родительской особью: если его характеристики превосходят показатели родителя, он заменяет его, а в противном случае также исключается.

Способ улучшения точности. Увеличение точности алгоритма может быть достигнуто за счет увеличения числа точек кроссовера, что позволяет родительским особям обмениваться генетическим материалом более интенсивно. Как показано в статье «Подход к улучшению точности неоднородной минимаксной задачи с помощью модифицированной модели Голдберга» [3], такой метод способствует улучшению итоговой эффективности алгоритма. Тем не менее, остается открытым вопрос о том, существует ли предел, при котором дальнейшее увеличение числа кроссоверов продолжает улучшать результат, оставаясь при этом оправданным с точки зрения вычислительных затрат.

Вычислительный эксперимент. Аналитически невозможно ответить на поставленные выше вопросы, так как генетические алгоритмы подразумевают под собой огромное множество случайных операций, полный просчет которых невозможно провести вручную. Поэтому был проведен масштабный вычислительный эксперимент, описанный ниже. Для выполнения экспериментов были заданы следующие параметры: количество процессоров, количество задач, минимальная и максимальная длительность процессов в матрице, число задач, число повторений лучшей особи для завершения работы программы, количество кроссоверов при скрещивании и число особей в поколении.

В ходе вычислений применялся двухточечный тип кроссовера. Его суть заключается в обмене генетическим материалом между родительскими особями в двух случайно выбранных точках хромосомы. Такой подход обеспечивает более равномерную комбинацию характеристик родителей, что способствует созданию более разнообразного поколения потомков и увеличивает вероятность нахождения оптимального решения [4].

Для выполнения экспериментов использовалась среда разработки PyCharm Community 2023 на языке программирования Python. Все вычисления проводились на компьютере с операционной системой Microsoft Windows 10, процессором AMD Ryzen 5 2600 Six-Core Processor с частотой 3.4 GHz и оперативной памятью 16 Гб.

Для полноты эксперимента были случайным образом сгенерированы и использованы пятьдесят различных матриц. Конкретные параметры, использованные в алгоритме:

- количество процессоров — 4;
- количество задач — 143;
- минимальная длительность процессов — 10;
- максимальная длительность процессов — 25;
- число задач — 50;
- число повторений лучшей особи — 800;
- число кроссоверов — от 1 до 20;
- число особей в поколении — 800.

Итоговые результаты машинных экспериментов представлены в таблице 1.

Результаты вычислительных экспериментов для пятидесяти случайных матриц

Количество кроссоверов	Средний результат вычислений
1	472,8157895
2	471,6578947
3	472,2368421
4	470,7368421
5	471,1842105
6	469,6315789
7	469,4473684
8	468,5263158
9	468,5789474
10	468,0000000
11	467,4210526
12	467,7368421
13	467,1315789
14	465,4473684
15	466,0000000
16	466,2105263
17	465,4473684
18	465,8684211
19	465,9210526
20	464,6052632

Заключение. Анализ данных, полученных в ходе масштабных экспериментов показал, что увеличение числа кроссоверов положительно влияет на средний результат работы алгоритма. Однако следует учитывать, что с увеличением количества кроссоверов значительно возрастает время выполнения программы, а также потребление вычислительных ресурсов.

Список литературы

1. *Генетические алгоритмы или как учебник по биологии может помочь в функциональной оптимизации.* Lazy Smart. URL: <http://lazysmart.ru/iskusstvenny-j-intellekst/geneticheskie-algoritmy-ili-kak-uchebn/> (дата обращения: 18.01.2025)
2. Белодедов В.А., Кобак В.Г. Сравнение различных миграций при решении неоднородной минимаксной задачи островной моделью. *Молодой исследователь Дона.* 2024;9(2):22–27.
3. Кобак В.Г., Белодедов В.А. Подход к улучшению точности неоднородной минимаксной задачи с помощью модифицированной модели Голдберга. *Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки.* 2024.
4. *Crossover (evolutionary algorithm).* Wikipedia. URL: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Crossover_\(evolutionary_algorithm\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Crossover_(evolutionary_algorithm)) (дата обращения: 18.01.2025)

Об авторах:

Валерий Григорьевич Кобак, доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), valera33305@mail.ru

Виктор Александрович Белодедов, студент факультета информатики и вычислительной техники Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), viktor.belodedoff@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Valerii G. Kobak, Dr.Sci. (Engineering), Professor of the Computer Engineering and Automated Systems Software Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russian Federation, 344003), valera33305@mail.ru

Viktor A. Belodedov, Bachelor's Degree Student of Informatics and Computer Engineering Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, Russian Federation, 344003), viktor.belodedoff@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 631.1:004:502.131.1

Интеграция цифровых технологий в управление агропромышленными комплексами: перспективы повышения эффективности и устойчивости производства

Н.С. Кудрявцев

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Цифровизация сельского хозяйства является основополагающим фактором, способствующим повышению производительности и устойчивости агропромышленных комплексов (АПК). В статье исследуются ключевые направления интеграции цифровых технологий в управление АПК. Обсуждаются такие технологии, как искусственный интеллект, большие данные, интернет вещей и блокчейн. Приводятся примеры успешного применения этих технологий и их влияние на основные аспекты сельскохозяйственного производства, включая снижение затрат, повышение качества продукции и улучшение экологической устойчивости.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленные комплексы, устойчивость, искусственный интеллект, интернет вещей, роботизация, блокчейн, большие данные

Для цитирования. Кудрявцев Н.С. Интеграция цифровых технологий в управление агропромышленными комплексами: перспективы повышения эффективности и устойчивости производства *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):45–48.

Integration of Digital Technologies into Management of the Agro-Industrial Complexes: Prospects for Production Efficiency and Sustainability Increase

Nikita S. Kudryavtsev

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Digitalization of agriculture is a fundamental factor contributing to the productivity and sustainability increase of agro-industrial complexes (AIC). The article investigates the key directions for integration of digital technologies into the AIC management. Such technologies, as artificial intelligence, big data, the Internet of Things and blockchain are studied. Examples of successful implementation of these technologies and their impact on key aspects of agricultural production, including cost reduction, improvement of product quality and enhancement of environmental sustainability, are provided.

Keywords: digitalisation, agro-industrial complexes, sustainability, artificial intelligence, Internet of Things, robotics, blockchain, big data

For Citation. Kudryavtsev NS. Integration of Digital Technologies into Management of the Agro-Industrial Complexes: Pro-spects for Production Efficiency and Sustainability Increase. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):45–48.

Введение. Современное сельское хозяйство играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности, однако его развитие сталкивается с серьезными вызовами, такими как изменения климата, ухудшение качества почв, снижение доступности водных ресурсов и рост населения планеты. Эти проблемы требуют радикальной модернизации подходов к управлению агропромышленными комплексами (АПК), что делает цифровизацию ключевым направлением для развития отрасли. Интеграция таких технологий, как искусственный интеллект, интернет вещей, блокчейн и роботизация, обещает не только повысить производительность, но и обеспечить устойчивость сельского хозяйства в долгосрочной перспективе.

Несмотря на явный интерес к этой теме, литература, посвященная цифровизации АПК, остается фрагментированной. Некоторые исследования освещают применение искусственного интеллекта для прогнозирования уро-

жайности, использование интернета вещей для мониторинга ресурсов или блокчейн-систем для обеспечения прозрачности цепочек поставок. Однако целостный подход к интеграции всех этих технологий в рамках управления агропромышленными комплексами разработан недостаточно. Существующие исследования чаще всего сосредотачиваются на узких аспектах цифровизации, не рассматривая их взаимосвязи и комплексное влияние на экономические, социальные и экологические показатели АПК. Это создает значительный пробел в научных знаниях, касающихся системного подхода к цифровизации отрасли.

Целью данного исследования является разработка концепции интеграции цифровых технологий в управление агропромышленными комплексами, направленной на повышение их эффективности и устойчивости.

Основная часть. Искусственный интеллект позволяет анализировать большие объемы данных и моделировать сложные процессы в сельском хозяйстве. Прогнозирование урожайности, управление рисками и оптимизация агротехнических мероприятий — это лишь небольшая часть областей применения ИИ. Например, платформа Climate FieldView в США использует ИИ для анализа спутниковых данных и предоставляет рекомендации по обработке почвы, что помогло сократить потери урожая на 20% [1].

Тем не менее, интеграция ИИ требует значительных инвестиций в инфраструктуру и квалифицированные кадры. В таблице 1 представлены преимущества и ограничения использования ИИ в АПК.

Таблица 1

Преимущества и ограничения искусственного интеллекта в сельском хозяйстве

Преимущества	Ограничения
Прогнозирование урожайности	Высокая стоимость технологий
Автоматизация принятия решений	Нехватка специалистов
Сокращение потерь и оптимизация затрат	Зависимость от качества данных

IoT обеспечивает сбор данных с сенсоров, установленных на полях, и их анализ в режиме реального времени. Системы точного земледелия позволяют сократить потребление воды, удобрений и пестицидов. Например, в Италии внедрение IoT-сенсоров позволило сократить использование воды на 30 %, повысив при этом урожайность [2].

Для демонстрации преимуществ технологии был составлен график, иллюстрирующий сокращение затрат на воду при использовании IoT-систем (рис. 1).

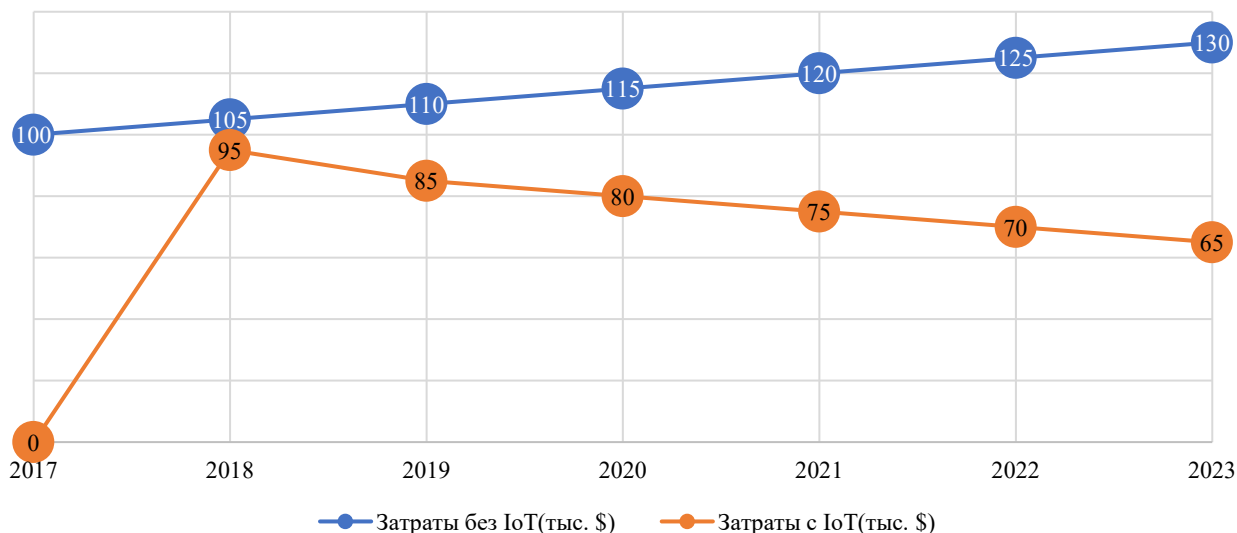


Рис. 1. Снижение затрат на воду с внедрением IoT-систем

Эффективность IoT-систем усиливается за счет их интеграции с блокчейн-технологиями, которые обеспечивают надежность и достоверность данных, поступающих от сенсоров.

Блокчейн становится важным элементом цифровизации, обеспечивая прозрачность всех этапов цепочки поставок. Возможность прослеживать происхождение продукции и условия её производства укрепляет доверие потребителей и способствует росту конкурентоспособности производителей. Например, фермеры Индии, использующие блокчейн для учета и продажи продукции, увеличили свои доходы на 25 % [3]. Однако техническая сложность и необходимость значительных вложений остаются серьезными барьерами для широкого внедрения этой технологии.

Данные, собранные IoT-системами и подтвержденные блокчейном, требуют анализа, который выполняется с использованием методов больших данных.

Big Data являются связующим звеном между всеми цифровыми технологиями. Анализ больших данных позволяет выявлять зависимости между параметрами почвы, погодными условиями, применяемыми технологиями и урожайностью.

Примером является платформа Agribot, используемая в Индии. Она анализирует рыночные данные и предлагает фермерам стратегии продажи, что увеличило их доходы на 20–30 % [4]. Однако обработка больших данных требует значительных вычислительных ресурсов и высококвалифицированного персонала, что создаёт дополнительные вызовы. Переход от анализа данных к выполнению операций в поле обеспечивается за счёт автоматизации и роботизации. Роботизация позволяет минимизировать влияние человеческого фактора, увеличивая точность и эффективность операций. Автоматизированные системы используются для посева, ухода за растениями, сбора урожая.

В теплицах Нидерландов использование роботов для ухода за растениями позволило сократить издержки на 15 % и улучшить качество продукции [4]. Но высокая стоимость оборудования остаётся барьером для широкого распространения этих решений, особенно среди малых и средних хозяйств. В таблице 2 представлено сравнение ручного труда и автоматизации.

Таблица 2

Сравнение ручного труда и автоматизации

Показатель	Ручной труд	Автоматизация
Затраты времени	Высокие	Низкие
Точность операций	Низкая	Высокая
Затраты на рабочую силу	Высокие	Низкие

Заключение. Цифровизация агропромышленных комплексов представляется в данной работе как стратегически важный шаг к модернизации сельского хозяйства, способствующий обеспечению устойчивости и конкурентоспособности отрасли. Проведённое исследование выявило, что ключевыми технологиями, формирующими основу цифровой трансформации, являются искусственный интеллект, интернет вещей, блокчейн, анализ больших данных и роботизация. Каждая из этих технологий имеет свою уникальную область применения и потенциал, однако их интеграция в рамках единой системы управления остаётся сложной задачей, требующей системного подхода.

Основные результаты исследования подтверждают, что искусственный интеллект содействует точному планированию и прогнозированию, интернет вещей обеспечивает сбор данных в режиме реального времени, блокчейн создает прозрачность в цепочках поставок, а анализ больших данных позволяет моделировать и анализировать сложные агроэкосистемы. В свою очередь, роботизация приносит производственные процессы на новый уровень, минимизируя зависимость от человеческого труда.

Комплексный анализ демонстрирует, что синергия этих технологий не только оптимизирует ресурсы и сокращает затраты, но и минимизирует экологический след производства, что особенно важно в условиях глобальных климатических изменений.

Практическая значимость полученных результатов заключается в их применимости для разработки стратегий цифровизации сельского хозяйства, которые могут быть адаптированы под конкретные условия разных регионов. Тем не менее, дальнейшие исследования должны сосредоточиться на разработке решений, направленных на снижение финансовых барьеров для малых и средних сельскохозяйственных хозяйств, а также на формировании эффективных образовательных программ для подготовки специалистов в этой области. Кроме того, следует уделить особое внимание вопросам защиты данных, так как рост цифровизации может повышать уязвимость систем перед кибератаками.

Список литературы

1. Кузьменко И.П. Горбунова А.И. Цифровое сельское хозяйство: новые возможности и вызовы. В: *сб. материалов Международной научно-практической конференции «Инновационные аспекты социально-экономических и информационных процессов в условиях перехода к цифровому обществу»*. Ставрополь: Издательство АГРУС; 2022. С. 265–269.

2. Зубарева И.А. Инновационный потенциал предприятий АПК в условиях развития цифровой экономики. В: *сб. материалов Международной научно-практической конференции Института агроинженерии, Института агроэкологии «Инновационные технологии для устойчивого развития агропромышленного комплекса и подготовки кадров»*. Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет; 2021. С. 98–102.

3. Варганова М.Л., Дробот Е.В. Регулирование цифровых финансовых активов и применение блокчейн-технологий в сельском хозяйстве. *Креативная экономика*. 2019;1:37–48.

4. Абдыхамидова А.Б., Сарсикеев Е.Ж. Эффективные технологии автоматизации и роботизация агропромышленного комплекса. *Интернаука*. 2022;20–5(243):34–36.

Об авторе:

Никита Сергеевич Кудрявцев, магистрант кафедры института сквозных технологий Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), nik07112002@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Nikita S. Kudryavtsev, Master's Degree Student of the Institute of End-to-End Technologies, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), nik07112002@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.315.1: 621.316.9

Конструкция воздушной линии электропередачи напряжением 110–500 кВ и анализ повреждаемости отдельных элементов на территории Ростовской области

В.Э. Левчук^{1,2}, Е.А. Заикина², Д.А. Данилин², А.А. Парпулова²

¹ Филиал ПАО «Россети» – Ростовское ПМЭС, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

² Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В представленном исследовании обобщаются результаты анализа эксплуатации воздушных линий напряжением 110–500 кВ на территории Ростовской области за период с 2011 по 2021 годы. В рамках работы подробно рассматриваются причины возникновения повреждений, основанные на статистических данных, что позволяет выявить закономерности и факторы, способствующие этим повреждениям. Полученные результаты сравниваются с аналогичными исследованиями, выполненными другими авторами, что добавляет обоснованности выводам и позволяет лучше понять общие тенденции. Акцентируется внимание на преобладающем варианте конструкции современных опор и описываются меры, принимаемые для снижения числа повреждений воздушных линий. В отдельном разделе представлена статистика повреждений различных элементов конструкции линий, что позволяет глубже разобраться в их уязвимостях. В результате проведенного анализа были выявлены как основные, так и специфические причины повреждений воздушных линий в Ростовской области. Предложена дополнительная классификация повреждений по причинам их возникновения, а также классификация по механизму их возникновения.

Ключевые слова: воздушная линия, линия электропередачи, повреждение воздушной линии, причина повреждения, конструкция воздушной линии, классификация повреждений

Для цитирования. Левчук В.Э., Заикина Е.А., Данилин Д.А., Парпулова А.А. Конструкция воздушной линии электропередачи напряжением 110–500 кВ и анализ повреждаемости отдельных элементов на территории Ростовской области. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):49–57.

Design of the 110–500 kV Overhead Power Line and Analysis of Damage Occurrence in Its Structural Components in the Rostov Region

Vladimir E. Levchuk^{1,2}, Ekaterina A. Zaikina², Dmitrii A. Danilin², Anastasiya A. Parpulova²

¹ Branch of PJSC “Rosseti”, Rostov Main Power Networks Company, Rostov-on-Don, Russian Federation

² Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The present research summarizes the results of the analysis of the 110–500 kV overhead power lines operation in the Rostov region for the period from 2011 to 2021. In the paper, the causes of damage are studied in detail based on the statistical data, which enables to identify the regularities and factors inducing these damages. The results obtained have been compared to the similar studies carried out by other authors, which adds to validity of the conclusions and allows for better understanding the general trends. Attention has been focused on the modern power transmission towers of prevailing design, and measures taken to reduce the number of damages in the overhead power lines have been described. A special section provides statistics on damage of various components of the line structure enabling deeper understanding their vulnerabilities. Upon the conducted analysis, both the main and specific causes of overhead power line damages in the Rostov Region have been identified. Additional classification of damages by the causes of occurrence, as well as a by the mechanism of occurrence, has been proposed.

Keywords: overhead line, power line, overhead power line damage, cause of damage, overhead power line design, classification of damages

For Citation. Levchuk VE, Zaikina EA, Danilin DA, Parpulova AA. Design of the 110–500 kV Overhead Power Line and Analysis of Damage Occurrence in Its Structural Components in the Rostov Region. *Young Researcher of Don.* 2025;10(1):49–57.

Введение. Воздушные линии электропередачи (ВЛЭП) играют важную роль в российском электросетевом комплексе, общая длина которых в магистральных сетях превышает 130 тысяч километров, согласно данным из источника [1]. Эти элементы электрических сетей, обладая большой протяженностью, постоянно подвержены негативному воздействию внешней среды, что может привести к повреждению конструкции ВЛЭП. Повреждения, в свою очередь, могут вызвать перебои в электроснабжении потребителей и нарушить работу электроэнергетической системы. Учитывая это, особенно важно изучать причины повреждений ВЛЭП для того, чтобы исключить возможные факторы разрушения конструкции, сократить количество отключений и быстро обнаружить места повреждений при эксплуатации.

Обзор литературы. Основными источниками информации о состоянии эксплуатируемых ВЛЭП, а также о причинах повреждений и элементах конструкции, подверженных уязвимости, выступают электросетевые компании. Сведения, которые они предоставляют, могут быть представлены в обобщенном количественном виде на открытых сетевых ресурсах или в виде переработанной статистики в научных публикациях. Как правило, исследования данного направления делятся на два подхода: первый подразумевает анализ данных по отдельным регионам, как это демонстрируют работы [2–4], а второй касается анализа данных по всей территории Российской Федерации, но с акцентом на конкретные причины повреждений [5–7] или на уязвимость отдельных элементов конструкции ВЛЭП [8–9].

Это свидетельствует о том, что основными причинами повреждений ВЛЭП являются экстремальные климатические условия, которые могут варьироваться как между регионами, так и внутри одного региона. В работах [7, 9] поднимается важный вопрос о необходимости актуализации «климатических карт», что является критически важной задачей для снижения повреждений ВЛЭП на этапе проектирования. Другой значимой задачей, рассматриваемой в ряде исследований, является выработка решений для устранения наиболее критичных факторов, способствующих повреждениям ВЛЭП. Наиболее распространенные темы в данном контексте включают защиту от грозового воздействия [10–12] и гололёдообразования [13–15]. Акцент на этих причинах повреждений подтверждает значительный вклад данных факторов в общую статистику повреждений, что указывает на отсутствие универсальных и эффективных методов для их предотвращения.

Также следует отметить, что в работе [16] исследуется вопрос о возможных последствиях разрушения конструкций ВЛЭП из-за дополнительной механической нагрузки, возникающей при повреждении. Несмотря на то, что такие разрушения (например, разрушение опоры) являются редкими, последствия их могут быть крайне негативными для работы электрической сети. Более того, в исследованиях, посвященных повреждениям ВЛЭП, поднимается вопрос разработки методов оценки надежности конструкций ВЛЭП [17], что важно для улучшения планирования энергопроизводства и энергоснабжения, а также для оценки эффективности мер, принимаемых для повышения надежности. Надо подчеркнуть, что все упомянутые источники (и не только они) в совокупности зачастую дают раздробленные выводы, которые могут не соответствовать практике эксплуатации ВЛЭП, что связано с региональными особенностями.

Целью данного исследования является оценка возможности исключения возникновения повреждений ВЛЭП. В качестве анализируемых данных, с учетом результатов исследований других авторов, используется существующий опыт эксплуатации ВЛЭП 110–500 кВ в Ростовской области (в качестве примера южного аграрного региона), который включает информацию о конструкциях ВЛЭП с учетом средств, направленных на снижение количества отключений по отдельным причинам; статистику наиболее повреждаемых элементов конструкции ВЛЭП; а также статистику причин, приводящих к повреждениям ВЛЭП и их элементов.

Основная часть. Конструкция ВЛЭП. Стандартная конструкция ВЛЭП состоит из следующих элементов: опора, которая поддерживает провод на необходимой высоте и удерживает его вес; провод, являющийся носителем электроэнергии; гирлянда изоляторов, изолирующая опору от электрического тока; и сцепная арматура, обеспечивающая соединение отдельных подвижных элементов линии. Пример конструкции можно увидеть на рисунке 1 а, где изображена металлическая одноцепная анкерная опора башенного типа (пример жесткой конструкции), а на рис. 1 б и в, представлены названия ее отдельных конструктивных элементов.

Кроме перечисленных элементов, конструкция ВЛЭП может содержать дополнительные компоненты, такие как оттяжки для повышения устойчивости конструкции опоры, экраны, устанавливаемые на гирлянды изоляторов для повышения изоляционных свойств, распорки на проводах в случае расщепления фаз на несколько отдельных проводов и поддерживающую арматуру, используемую на промежуточных опорах. Все перечисленные элементы ВЛЭП являются ключевыми, так как они обеспечивают нормальную работу воздушных линий. Однако современная практика нередко предполагает добавление дополнительных конструктивных элементов, целью которых является

устранение факторов, способных привести к нарушению нормальной работы ВЛЭП или повреждению конструкции. Эти элементы включают, но не ограничиваются: грозотросами или ограничителями перенапряжения (ОПН), которые устанавливаются на линии для защиты от удара молнии [4, 10, 18]; гасителями вибрации, устанавливаемыми на провода и грозотросы для снижения вибраций, вызванных ветром; защитой от птиц, состоящей из защитных кожухов на сцепной арматуре, птицезащитных экранов для гирлянд изоляторов и антиприсадочных устройств для установки на траверсах; и заградительными авиационными шарами, которые размещаются на проводах в пролетах ВЛЭП для визуальной идентификации низколетящих воздушных судов и птиц. Необходимость использования настоящих дополнительных элементов определяется эксплуатационными условиями.

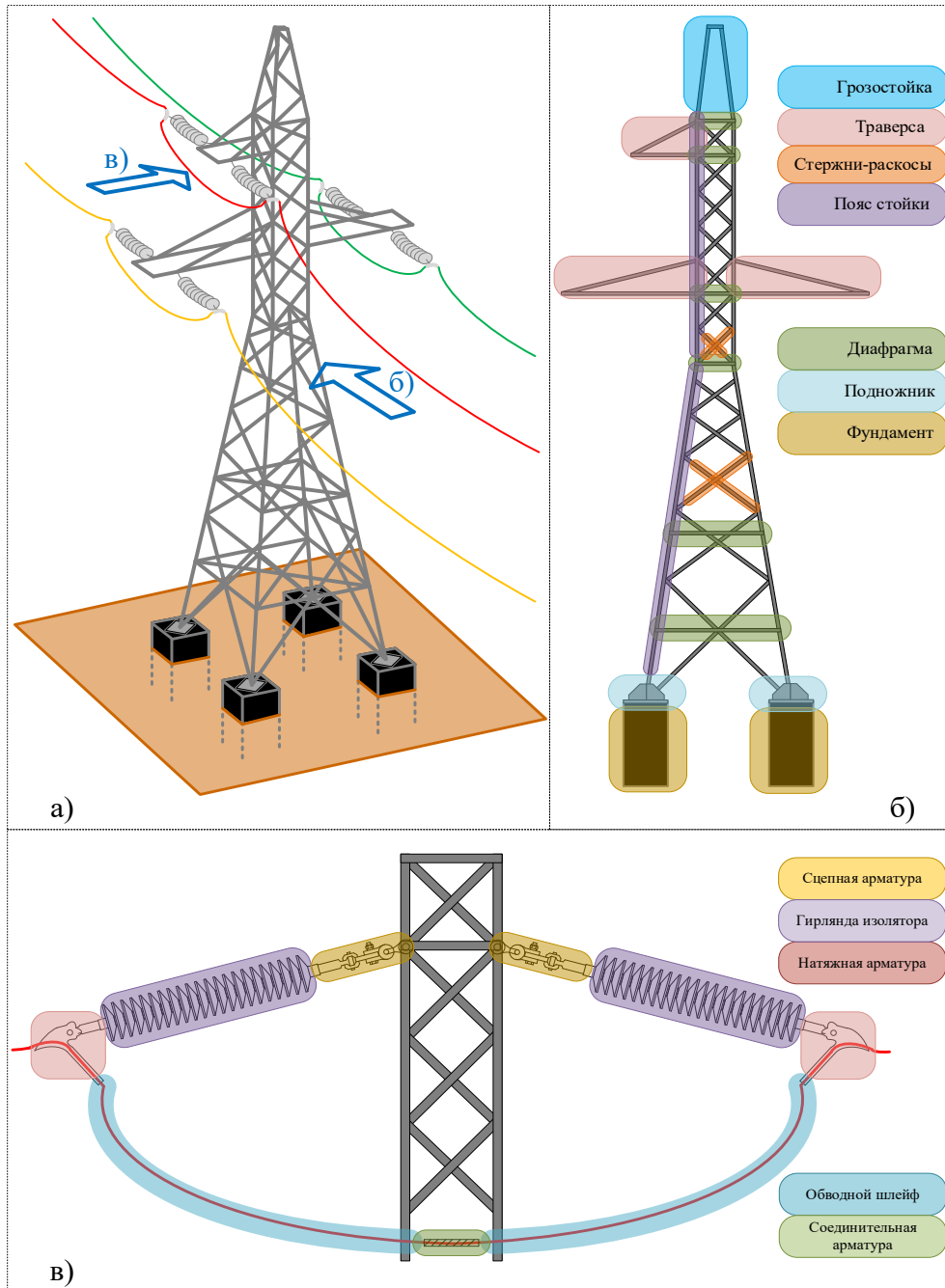


Рис. 1. Конструкция ВЛЭП на примере анкерной опоры: *а* — изображение опоры в анфас; *б* — конструкция опоры; *в* — конструкция обвода провода фазы «С»

Стоит понимать, что представленное описание конструкции опоры ВЛЭП и перечисленные отдельные элементы данной конструкции в наибольшей степени соответствуют общей массе эксплуатируемых ВЛЭП Ростовской области (то есть опыт эксплуатации более современных композитных опор [19] отсутствует). Что касается мероприятий по снижению частоты повреждений ВЛЭП (путём исключения самих причин повреждений), то помимо вышеуказанных устройств применяются также системы плавки гололёда, использующие постоянный ток для нагрева проводов фаз и грозотроса [15].

Повреждения элементов конструкции ВЛЭП. В теоретических исследованиях, проводимых по данной теме, классификация повреждений конструкции ВЛЭП, которые приводят к отключению линии, формируется лишь по условию «причина возникновения». Но на практике учитываются также место (условно разделяя ВЛЭП на опоры и пролёты) и механизм возникновения повреждения. Подобное разделение представлено в таблицах 1 и 2 на основе данных по отключению ВЛЭП напряжением 110–500 кВ за период с 2011 по 2021 годы на территории Ростовской области.

Таблица 1

Виды механизмов повреждений ВЛЭП

Механизм повреждения изоляции	Количество повреждений	Процент от общего количества
Перекрытие	455	78 %
Схлестывание	52	9 %
Обрыв	40	7 %
Падение опоры	4	1 %
Разрушение/ Повреждение	3	1 %
Неизвестно	7	1 %
Обрыв и перекрытие	26	4 %
Повреждение и перекрытие	0	0 %
Сумма	587	100 %

Таблица 2

Место повреждения ВЛЭП

Место повреждения	Количество	Процент от общего количества
Пролет	129	22 %
Схлестывание (в пролете)	21	4 %
Перекрытие (в пролете)	108	18 %
Опора	458	78 %
Сумма	587	100 %

Более подробная статистика повреждений ВЛЭП, отражающая частоту повреждений отдельных элементов конструкции ВЛЭП, представлена в таблице 3.

Таблица 3

Повреждаемые элементы ВЛЭП

Механизм повреждения ВЛЭП	Провод	Гирлянда изолятора	Траверса	Сцепная арматура	Распорка межфазная	Шлейф	Опора	Гаситель вибрации	Защитный экран	Грозотрос	Пересекаемая линия	ОПН и заземляющий спуск
Перекрытие	255	207	129	123	0	33	6	10	2	1	3	3
Схлестывание	16	2	3	3	0	6	10	1	2	0	0	7
Обрыв	15	11	0	0	0	10	0	0	0	3	0	0
Падение опоры	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Разрушение/ Повреждение	0	69	2	0	3	1	2	0	0	1	0	4
Схлестывание (в пролете)	21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0
Перекрытие (в пролете)	108	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Обрыв и перекрытие	3	4	0	0	0	0	0	0	0	6	1	12
Повреждение и перекрытие	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Сумма	418	293	134	126	3	50	24	11	4	13	9	27
Процентная частота повреждений на каждое отключение линии	71 %	50 %	23 %	21 %	1 %	9 %	4 %	2 %	1 %	2 %	2 %	5 %

Представленные данные показывают, что преимущественно повреждения возникают на опорах (78 %), а преимущественный механизм возникновения повреждений, как на опорах (60 %), так и в пролётах (18 %) — перекрытие.

Причины повреждения ВЛЭП. Как было отмечено в работе [8], точно определить причину возникшего повреждения ВЛЭП в условиях эксплуатации — это чрезмерно сложная задача в отдельных случаях (вследствие отсутствия наблюдения), которая требует значительных трудозатрат. Это связано со следующими условиями: отсутствие явных признаков повреждения, что затрудняет как определение причины, так и идентификацию самого места повреждения, что косвенно подтверждено в [2–3]; наличие признаков нескольких равновероятных причин, что подтверждает один из выводов в работе [8]; отсутствие известных признаков идентификации причины повреждения — так называемые «отключения по невыясненным причинам» [6, 20]. Однако, несмотря на вышеизложенное, большая часть повреждений получает свою причину возникновения на практике.

На рис. 2 представлена классификация причин повреждений с учётом этапов реализации линии: начиная с момента проектирования и заканчивая завершением эксплуатационного периода. Данное разделение реализовано на основе анализа результатов исследований [8–9].



Рис. 2. Этапы существования ВЛЭП с течением времени и соответствующие им причины возникновения повреждений

Следует понимать, что при анализе практических данных определить, к какому именно «этапу» можно отнести то или иное повреждение, как минимум, затруднительно, а как максимум — невозможно. Но подобное разделение может быть использовано в контексте задачи по оценке надежности эксплуатации ВЛЭП.

Детальный перечень причин повреждения ВЛЭП представлен на рис. 3. На диаграмме видно, какую долю от общего количества отключений занимает каждая из существующих причин. При этом под «природно-климатическими» причинами подразумеваются факторы, которые не могут контролироваться людьми: климатические условия, природные явления, поведение животных, стихийные катастрофы. Под «инфраструктурно-социальными» причинами понимаются факторы, источником которых является человеческая деятельность: невыполнение правил безопасности, создание неблагоприятной среды (например, свалка около ВЛЭП для привлечения птиц), об-

работка полей вдоль ВЛЭП, пересечение трассы с ВЛЭП и т. п. А под «деградацией состояния отдельных элементов конструкции» ВЛЭП понимается снижение технических характеристик как всей конструкции, так и отдельных ее элементов вследствие естественного старения.

Согласно представленной диаграмме, видно, что наибольшее количество повреждений ВЛЭП за указанный период связано с грозовыми перенапряжениями (39,08 %), низовыми пожарами (14,16 %), продуктами жизнедеятельности птиц (9,22 %) и сильными ветрами (8,87 %). При этом приблизительно в 9 % случаев причина не была определена.

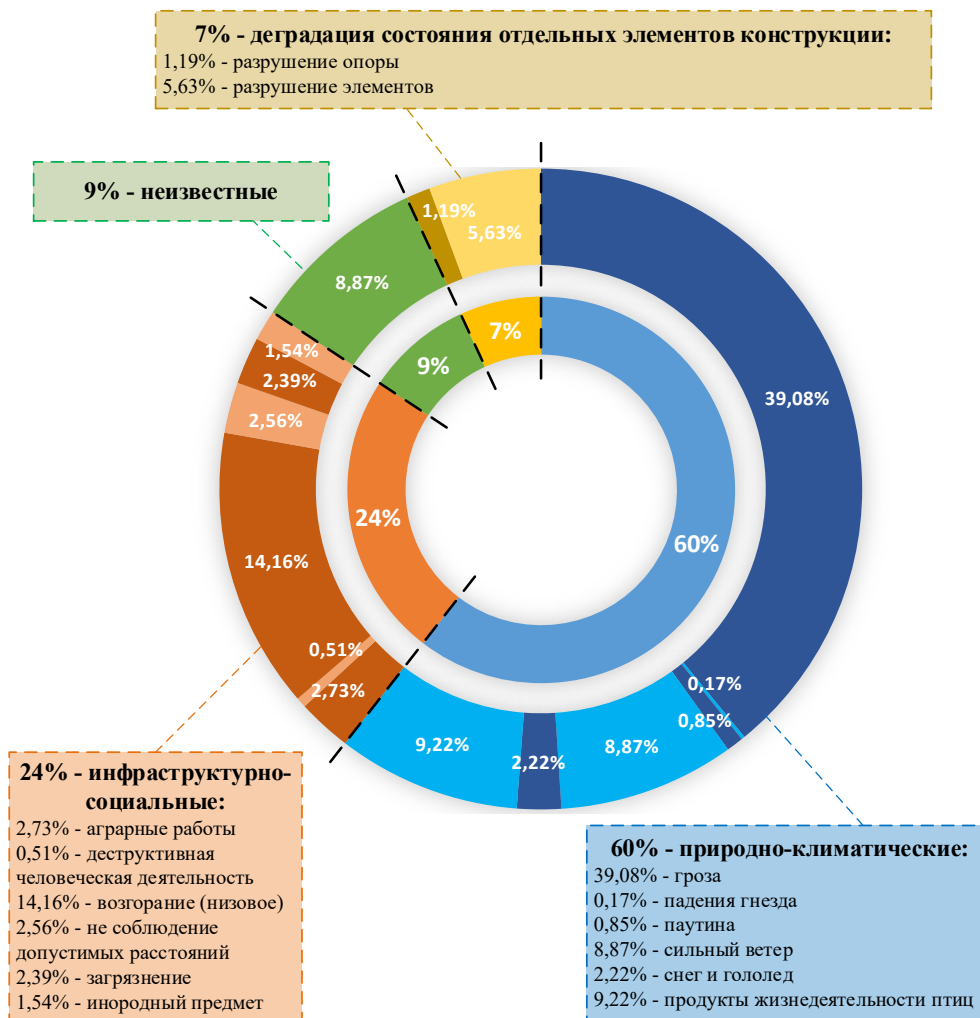


Рис. 3 Диаграмма причин повреждения ВЛЭП Ростовской области за период с 2011 по 2021 гг.

Однако отдельно выделяются повреждения, вызванные аграрными работами (2,73 %) и паутиной (0,85 %). Первая причина имеет сезонный характер (период обработки полей) и включает в себя повреждения, связанные с перекрытием на сельхозтехнику и загрязнением изоляторов при вспахивании полей. Вторая причина также имеет временные ограничения (летний период) и связана с образованием паутины на изоляторах, которую в утреннее время покрывает роса.

Кроме того, отмечается, что высокий процент отключений из-за «продуктов жизнедеятельности птиц» может быть связан с близким расположением свалок к ВЛЭП, что косвенно подтверждается частотой отключений некоторых линий с повреждениями на ограниченном участке всей длины (недалеко от свалки). При условии подтверждения данной зависимости часть отключений по этой причине будет необходимо перенести из категории «природно-климатических» в «инфраструктурно-социальные».

Анализ полученных результатов. Как видно из данных, представленных как в таблицах 1–3, так и на диаграмме на рис. 3, полученные результаты не противоречат ранее опубликованным исследованиям: наиболее частой причиной повреждений являются грозовые перенапряжения, и чаще всего повреждение возникает на опоре. Однако данная информация дополняется рядом причин в соответствии со спецификой Ростовской области.

В ходе работы был сделан акцент на обобщение ранее разделявшихся причин по общим признакам, что позволило сформировать три большие группы повреждений: деградиационные, природо-климатические и инфраструктурно-социальные. Данные укрупненные группы причин повреждений ВЛЭП могут быть использованы в анализе мероприятий, направленных на снижение количества отключений ВЛЭП в процессе эксплуатации, поскольку они отражают первопричину возникновения условий для появления привычных причин повреждений. Также они могут помочь в формировании норм по допустимому количеству отключений ВЛЭП в электросетевых компаниях, позволяя использовать более гибкую систему определения данного количества на основе оценки условий эксплуатации и состояния конструкций ВЛЭП.

Число отключений может существенно зависеть от изменения климатических условий, а также от инфраструктурных факторов на территориях, где проходят ВЛЭП. Эти факторы не зависят от деятельности самих электросетевых организаций, но способны влиять на надежность работы линий. Однако для подтверждения конкретной зависимости числа отключений от отдельных изменений указанных условий требуются дальнейшие исследования, основанные на более детальной статистике и соответствующих картах.

При анализе повреждаемости отдельных элементов конструкции ВЛЭП независимости от причин был сделан вывод о наличии разных механизмов формирования повреждений. В теоретических материалах по данной теме не было представлено каких-либо описаний, в то время как в отчетах по осмотру ВЛЭП эксплуатирующей организации часто отмечались описания возникновения повреждений, такие как «перекрытие», «схлест», «перехлест», «обрыв», «разрушение», «повреждение» и т.п. Несмотря на наличие данных описаний, наблюдалось отсутствие четких формулировок, что усложняло идентификацию.

Применение более точных формулировок, описывающих возникновение повреждения на ВЛЭП, позволит более корректно формулировать описание событий. На сегодняшний день описание повреждений линий включает в себя «причину» — почему возникло повреждение; «описание повреждения» — какие конструктивные элементы линии были повреждены и требуют замены. Предлагается добавить «механизм» — как сформировалось повреждение. Это позволит при анализе получить более полную картину события.

По результатам проведенного исследования сделан вывод, что условия эксплуатации ВЛЭП находятся в постоянном изменении. Для ряда причин повреждений отсутствуют какие-либо средства борьбы с ними (низовое возгорание, перекрытие на технику, находящуюся под ВЛЭП и т.п.), а для остальных имеющиеся средства не обладают стопроцентной эффективностью (грозотросы и плавка гололеда не позволяют полностью исключить повреждения ВЛЭП).

Это подтверждает, что полное исключение возникновения повреждений на ВЛЭП невозможно. В свою очередь, это приводит к выводу о необходимости использования устройств и методов ОМП (определения места повреждения), от которых нельзя отказаться независимо от применяемых средств борьбы с этими причинами.

В заключении по результатам работы можно сделать следующие выводы:

- ключевыми причинами повреждения ВЛЭП в Ростовской области являются гроза (39,08 %), низовые возгорания (14,16 %), продукты жизнедеятельности птиц (9,22 %), ветровые нагрузки (8,87 %). При этом отличительными причинами являются аграрные работы, которые составляют 2,39 % от общего числа повреждений, а также перекрытие через паутину в утреннее время (0,85 %).

- наибольшее число повреждений линий фиксируется на опорах и отдельных элементах, располагающихся близ опоры (78 %). На пролеты между опорами приходится менее четверти всех повреждений ВЛЭП.

- представлено разделение причин возникновения повреждений на укрупненные группы: «деградационные», «природо-климатические» и «индустриально-социальные». Такое разделение может позволить пересмотреть некоторые нормативные требования по допустимому количеству отключений, а также реализуемые мероприятия по снижению числа отключений. Предложено учитывать при описании повреждений ВЛЭП помимо «причины» и «описания повреждения» также и «механизм», который отражает процесс возникновения повреждения. Требуется составить более корректные формулировки и классификацию повреждений по механизму их возникновения.

- анализ эффективности средств для снижения числа повреждений ВЛЭП показывает отсутствие возможности полного исключения возникновения повреждений, что подтверждает необходимость обязательного применения устройств и методов ОМП.

Список литературы

1. *Официальный сайт группы электросетевых компаний ПАО «Россети»*. URL: <https://www.rosseti.ru/> (дата обращения 28.11.2024)
2. Сарычев И.В. Анализ отключений в электрических сетях Кемеровского района. *Вестник КузГТУ*; 2005;1:88–91.

3. Шатова Ю.А., Лучинкин А.В., Кривошапов А.А., Алешина Н.Н. Анализ статистической информации по аварийным отключениям ЛЭП-220 кВ Пензенской энергосистемы для определения закона распределения отключений. *НиКа*. 2012;1:443.
4. Новикова А., Шмараго О. Грозозащита ВЛ 110 кВ в Сочинском регионе. Модернизация с применением многогранных опор. *Новости Электротехники*. 2011;2(68). URL: <http://news.elteh.ru/arh/2011/68/06.php> (дата обращения: 10.12.2024)/
5. Ратушняк В.С., Ратушняк В.С., Ильин Е.С., Вахрушева О.Ю. Статистический анализ аварийных отключений электроэнергии из-за гололедообразования на проводах ЛЭП на территории РФ. *Молодая наука Сибири*. 2018;1(1):107–113.
6. Боровицкий В.Г., Овсянников А.Г. Проблемы утренних отключений воздушных линий электропередачи. В: *Труды четвертой Российской научно-практической конференции с международным участием «Линии электропередачи — 2010: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс»*. Новосибирск; 2010. С. 274–279.
7. Черешнюк С.В., Луговой В.А., Тимашова Л.В. Учет гололедных и гололедно-ветровых нагрузок на воздушные линии электропередачи. *Энергия единой сети*. 2012;4(4):28–35.
8. Ефимов Е.Н., Тимашова Л.В., Ясинская Н.В. Причины и характер повреждаемости компонентов воздушных линий электропередачи напряжением 110-750 кВ в 1997-2007 гг. *Энергия единой сети*. 2012;5(5):32–41.
9. Черешнюк С.В., Тимашова Л.В. Учет, мониторинг и прогноз климатических условий при проектировании и эксплуатации воздушных линий электропередачи. Карты климатического районирования. *Энергия единой сети*. 2021;4(59):64–75.
10. Гайворонский А. Актуальные проблемы молниезащиты ВЛ 110-500 кВ. *Новости Электротехники*. 2019;1(115):18–23.
11. Юдицкий Д.М., Усачев А.Е. Сравнительная оценка доли ударов молний в опоры и верхний фазный провод в пролёте ВЛ без молниезащитного троса. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. 2018;3–4(20):3–10.
12. Халилов Ф.Х., Котляров Э.Р. Отказ от тросовых молниеотводов и трубчатых разрядников на воздушных линиях 35–150 кВ в районах Крайнего Севера. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*. 2015;2(219):41–47.
13. Ратушняк В.С., Ратушняк В.С., Ильин Е.С., Вахрушева О.Ю. Статистический анализ аварийных отключений электроэнергии из-за гололедообразования на проводах ЛЭП на территории РФ. *Молодая наука Сибири*. 2018;1(1):07–113.
14. Засыпкин А.С., Щуров А.Н., Тетерин А.Д. Применение датчиков гололедной нагрузки и датчиков продольного тяжения проводов ВЛ для оценки опасности гололедной обстановки. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки*. 2018;2(198):48–53.
15. Ильина М.А., Пурыха С.П. Предотвращение гололедных аварий в электрических сетях энергосистем. В: сб. материалов Международной научной конференции «Молодые исследователи регионам». Вологда: ВоГУ; 2024. С. 1106–1107.
16. Хамидуллин И.Н., Ильин В.К. К вопросу о надежности воздушных линий электропередачи 35–500 кВ. *Электротехнические и информационные комплексы и системы*. 2016;1:45–53.
17. Шатова Ю.А., Алешина Н.Н. Методика расчета показателей надежности воздушных линий электропередачи на основе их длин. *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2013;5(18):1–7.
18. Дмитриев М. Воздушные линии 110-220 кВ защита изоляции от грозовых перенапряжений. *Новости Электротехники*. 2008;6(54). URL: <http://news.elteh.ru/arh/2008/54/09.php> (дата обращения: 10.12.2024)/
19. Бочаров Ю.Н., Жук В.В. Грозоупорность воздушных ЛЭП высокого напряжения с композитными опорами. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*. 2013;1(166):80–83.
20. Курский А.А. Математическое моделирование статистики отключений линий электропередач 110 кВ по невыясненным причинам. *International journal of professional science*. 2019;12:66–70.

Об авторах:

Владимир Эдуардович Левчук, аспирант кафедры цифровые технологии и платформы в электроэнергетике Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ведущий инженер службы релейной защиты и автоматики и автоматизированных систем управления технологическими процессами Ростовского предприятия магистральных электрических сетей (344093, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Днепропетровская, 54/1), vladimir.levchuk.94@mail.ru

Екатерина Александровна Заикина, студент кафедры цифровые технологии и платформы в электроэнергетике Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), zaikina.ea.03@mail.ru

Дмитрий Андреевич Данилин, студент кафедры цифровые технологии и платформы в электроэнергетике Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), dima34danilin6411@gmail.com

Анастасия Александровна Парпулова, студент кафедры цифровые технологии и платформы в электроэнергетике Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), parpylova_47@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Vladimir E. Levchuk, Postgraduate Student of the Digital Technologies and Platforms in the Electric Power Industry Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Lead Engineer of Relay Protection and Automatic and Automated Process Control Systems Department, Rostov Main Power Networks Company (54/1, Dnepropetrovskay Str., Rostov-on-Don, 344093, Russian Federation), vladimir.levchuk.94@mail.ru

Ekaterina A. Zaikina, Bachelor's Degree Student of the Digital Technologies and Platforms in the Electric Power Industry Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), zaikina.ea.03@mail.ru

Dmitrii A. Danilin, Bachelor's Degree Student of the Digital Technologies and Platforms in the Electric Power Industry Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), dima34danilin6411@gmail.com

Anastasiya A. Parpulova, Bachelor's Degree Student of the Digital Technologies and Platforms in the Electric Power Industry Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), parpylova_47@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 621.317.361

Сравнение частотного дискриминатора с измерителем частоты сигналов на основе совместного использования процедур скалярного пересечения и объединения

М.О. Лихоманов, Д.С. Сова, И.М. Гаврилов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

Аннотация

В работе с использованием реальных радиоприемных устройств и радиосигналов вещательных радиостанций проведена экспериментальная проверка теоретических положений относительно возможности сужения области обнаружения-оценивания частоты сигналов в частотных дискриминаторах за счет использования при их обработке процедур скалярного пересечения и объединения. Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности дальнейших исследований по направлению обработки сигналов с применением указанных процедур для повышения точности измерения параметров сигналов и помехозащищенности радиоэлектронных средств извлечения информации.

Ключевые слова: измерение частоты, частотный дискриминатор, скалярное пересечение, скалярное объединение

Для цитирования. Лихоманов М.О., Сова Д.С., Гаврилов И.М. Сравнение частотного дискриминатора с измерителем частоты сигналов на основе совместного использования процедур скалярного пересечения и объединения. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):58–63.

Comparative Study of the Work of a Frequency Discriminator with Frequency Counter Based on Combined Use of Radio Signal Scalar Crossing and Merging Operations

Mikhail O. Likhomanov, Dmitrii S. Sova, Igor M. Gavrillov

Military Educational and Scientific Center of the Air Forces of the Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin, Voronezh, Russian Federation

Abstract

In the work, the real radio receivers and radio signals of broadcasting radio stations have been used to experimentally verify the theoretical provisions regarding the possibility of refining the domain of signal frequency detection-evaluation in the frequency discriminators by using the scalar crossing and merging operations during signal processing. Upon the obtained results, the conclusion was made about the significance of further research on signal processing by using the above mentioned operations to improve the accuracy of signal parameter measurements and enhance noise immunity of radio-electronic means of information extraction.

Keywords: frequency measurement, frequency discriminator, scalar crossing, scalar merging

For Citation. Likhomanov MO, Sova DS, Gavrillov IM. Comparative Study of the Work of a Frequency Discriminator with Frequency Counter Based on Combined Use of Radio Signal Scalar Crossing and Merging Operations. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):58–63.

Введение. В фильтровом и дискриминаторном способах измерения частоты сигналов область обнаружения и оценивания параметра формируется с помощью фильтров: для одиночного фильтра она задается его полосой пропускания; для частотного дискриминатора область формируется двумя взаимно расстроенными полосовыми фильтрами, общая частота настройки которых соответствует точке пересечения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) фильтров.

Частотные дискриминаторы преобразуют отклонения частоты сигнала от некоторого известного значения в напряжение, пропорциональное величине и знаку этого отклонения [1, 2]. Типовая структурная схема частотного дискриминатора представлена на рис. 1 а, вид его дискриминационной характеристики — на рис. 1 б.

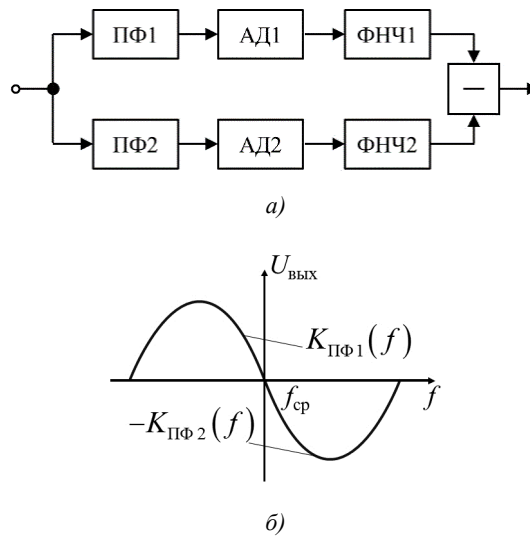


Рис. 1. Частотный дискриминатор: а — структурная схема; б — дискриминационная характеристика

На рис. 1 введены следующие обозначения: ПФ — полосовые фильтры, АД — амплитудные детекторы, ФНЧ — фильтры нижних частот. На рис. 1 б показана зависимость выходного напряжения схемы $U_{\text{вых}}$ от частоты входного сигнала для заданных АЧХ полосовых фильтров $K_{\text{ПФ}}(f)$.

Ширина области обнаружения-оценивания фильтрового способа определяется полосой пропускания фильтра, а определение частоты происходит по отклику одного фильтра из их набора, который перекрывает весь диапазон рабочих частот измерителя.

В дискриминаторном способе область обнаружения-оценивания параметра уже, а крутизна результирующей АЧХ выше, что достигается пересечением АЧХ расстроенных относительно друг друга полосовых фильтров. Уровень пересечения АЧХ фильтров выбирается, как правило, на уровне 0,5 от максимального значения АЧХ фильтров и объясняется наибольшей крутизной результирующей характеристики в соответствующей равносигнальной точке. Выбор такого низкого уровня является причиной характерного недостатка способа — больших энергетических потерь сигнала в процессе его обработки.

В настоящей статье предложено применение процедур скалярного пересечения и объединения [3] для формирования узкой области обнаружения и оценивания частоты сигналов в схеме частотного детектора. При этом уровень пересечения АЧХ расстроенных фильтров можно выбирать порядка 0,8–0,9 от максимума. Это позволяет повысить точность измерения и снизить энергетические потери при обработке сигнала.

Модифицированная схема дискриминатора представлена на рис. 2.

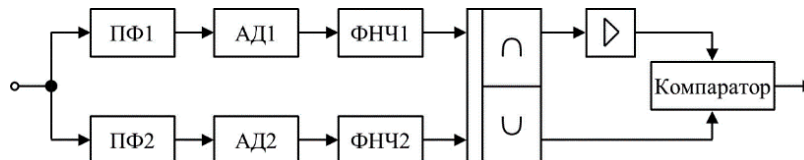


Рис. 2. Модифицированная схема частотного дискриминатора

Цель работы — проверка на практике работоспособности предлагаемой схемы и сравнение ширины ее области обнаружения-оценивания параметра с аналогичной для известной схемы частотного детектора.

Основная часть. В ходе работы собрана аппаратно-программная платформа в составе программно-определяемого радиоприемного устройства RTL-SDR, управляющего персонального компьютера под управлением системы Windows 7, и программы обработки, разработанной в среде визуального программирования GNU Radio.

Потоковый граф схемы исследования представлен на рис. 3. Обозначения блоков и масштаб рисунка, к сожалению, не позволяют детально рассмотреть все функциональные связи, поэтому требуются некоторые пояснения, которые касаются только основных элементов потокового графа, необходимых для понимания работы, а упрощенная схема исследования представлена на рис. 4.

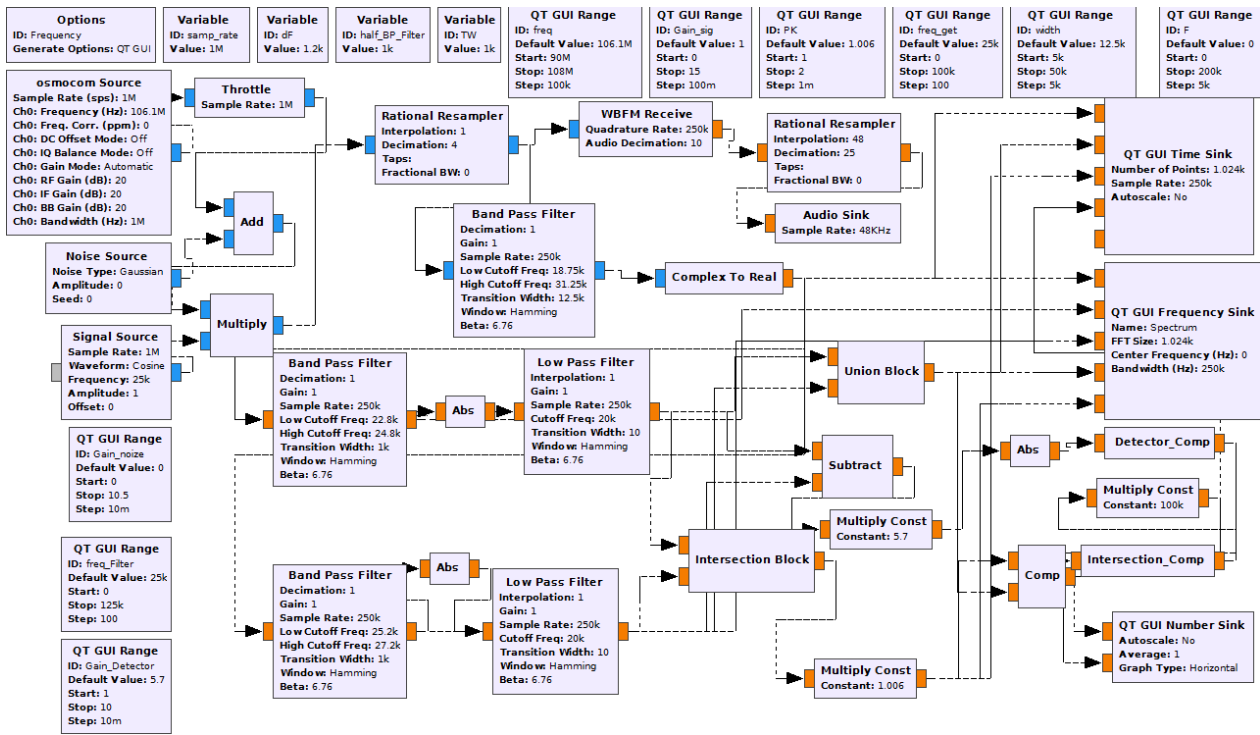


Рис. 3. Поточковый граф программной части радиоприемного устройства

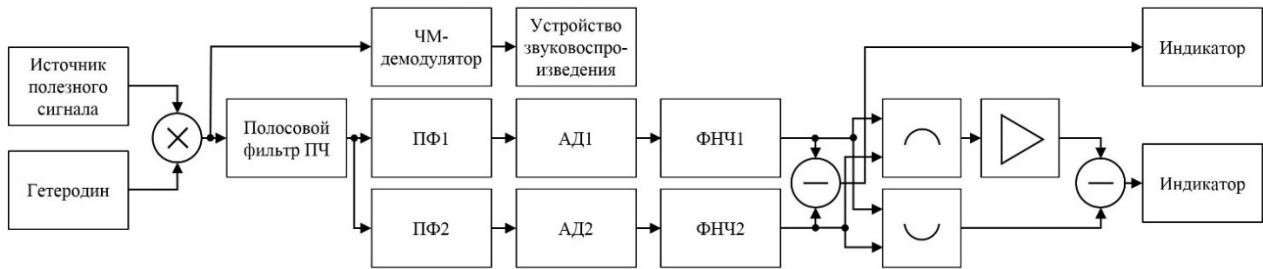


Рис. 4. Упрощенная схема исследования

В потоковом графе в качестве источника выступает блок «osmocom Source», который обеспечивает оцифровку и перенос полезного сигнала на нулевую частоту. Для исследования использовался сигнал вещательной FM-радиостанции на частоте 107,2 МГц. Этот сигнал с помощью программного преобразователя частоты (ПЧ), состоящего из гетеродина «Signal Source», блока умножения «Multiply» и фильтра промежуточной частоты «Band Pass Filter», преобразовывается на частоту 25 кГц. С выхода преобразователя сигнал направляется на демодулятор и устройство звуковоспроизведения для слухового контроля. Для улучшения характеристик демодуляции целесообразно установить еще один полосовой фильтр перед демодулятором.

С выхода фильтра ПЧ сигнал поступает на схемы измерения частоты. Одна из этих схем представляет собой известный частотный дискриминатор, а другая — предложенный измеритель, основанный на процедурах скалярного пересечения и объединения. Общими для обеих схем измерения, как показано на сравнении рис. 1, 2 и 4, являются полосовые фильтры ПФ1 и ПФ2, настроенные на определённую частоту, что определяется требуемой крутизной результирующей амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) измерителя. Эти фильтры реализованы двумя блоками «Band Pass Filter» в потоковом графе. Также используются амплитудные детекторы АД1 и АД2, выполненные с помощью двух блоков «Abs», а фильтры нижних частот ФНЧ1 и ФНЧ2 реализованы двумя блоками «Low Pass Filter».

Сигналы с выходов ФНЧ1 и ФНЧ2 направляются на устройство сравнения и индикации частотного дискриминатора, а также на блоки, реализующие процедуры скалярного пересечения и объединения. Усиленные сигналы пересечения и объединения также поступают на входы устройства сравнения и индикации. Уровни напряжений на индикаторах пропорциональны отклонению частоты настройки соответствующих измерителей от несущей частоты полезного сигнала.

На рис. 5 представлена работа схем измерения в равных условиях: для частотного дискриминатора и предложенной схемы используются одни и те же фильтры согласно схеме на рис. 4, а также один и тот же уровень пересечения амплитудно-частотных характеристик фильтров. Напряжения индикаторов при настройке на частоту излучения сигнала радиостанции приводятся к одному уровню за счет подбора коэффициентов усиления устройств сравнения.

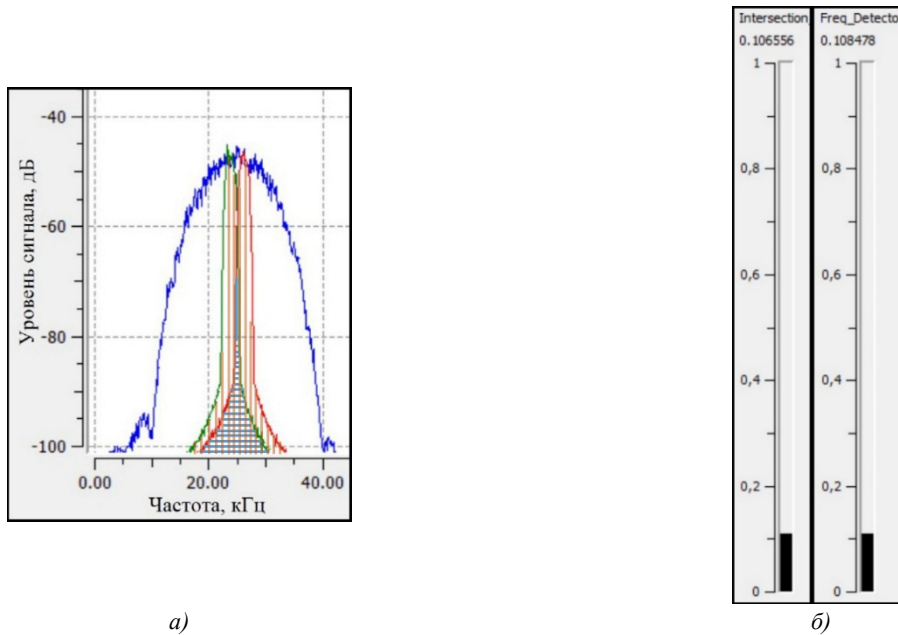


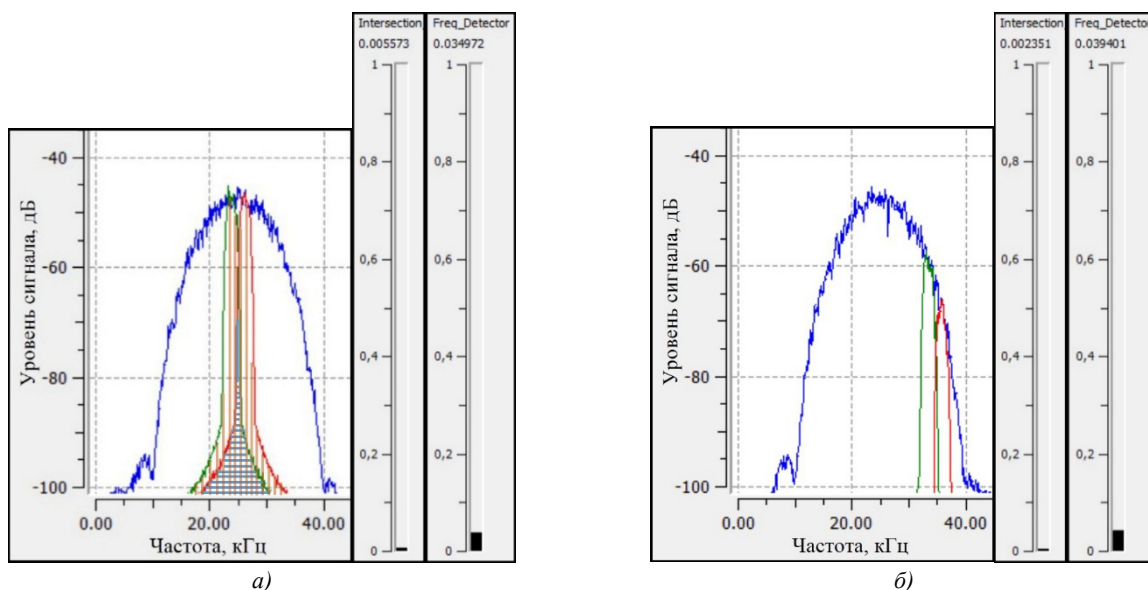
Рис. 5. Работа схем измерения при настройке на частоту сигнала:
 а — анализатор спектра; б — индикаторы схем измерения

Широкий график на рис. 5 соответствует спектру сигнала с выхода фильтра ПЧ, узкие левый и правый графики соответствуют спектрам сигналов с выходов фильтров ПФ1 и ПФ2.

В отношении предложенной схемы измерения стоит отметить, что спектр сигнала пересечения в данном случае будет соответствовать заштрихованной области под графиками ПФ1 и ПФ2 горизонтальными линиями, а объединения — вертикальными. Встречное формирование указанных частотных характеристик снизу и сверху повышает крутизну результирующей АЧХ схемы измерения, а установка коэффициента усиления сигнала пересечения позволяет манипулировать шириной области обнаружения и оценивания частоты, вероятностью обнаружения, ложного срабатывания и другими показателями измерителя в зависимости от условий измерения.

Идея сравнения двух измерителей состоит в демонстрации сужения области обнаружения и оценивания частоты сигнала за счет повышения крутизны АЧХ. Для этого схема исследования изначально настроена на частоту 25 кГц, соответствующей частоте полезного сигнала после ПЧ (рис. 5 а). Сигналы индикаторов обеих схем при этом практически равны и составляют около одной десятой условного максимума (рис. 5 б).

Далее проведена совместная отстройка фильтров ПФ1 и ПФ2 вниз и вверх, как представлено на рис. 6.



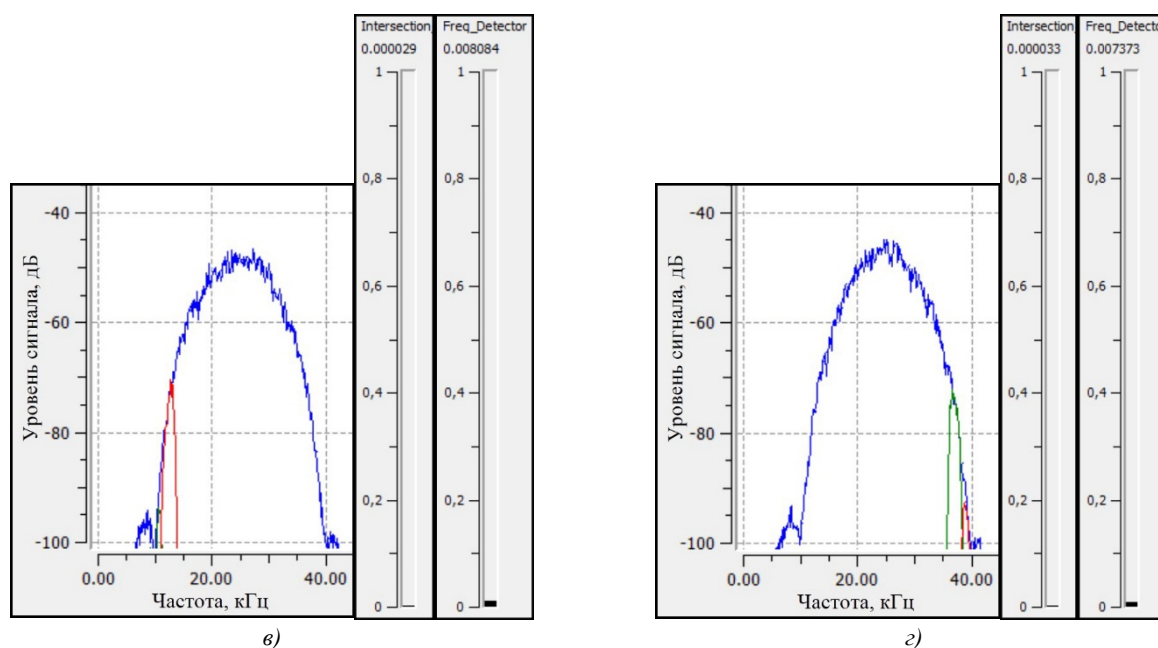


Рис. 6. Результаты работы схем при их отстройке до достижения заданного порога срабатывания: *а* — левая отстройка предложенной схемы; *б* — правая отстройка предложенной схемы; *в* — левая отстройка известной схемы; *г* — правая отстройка известной схемы

При этом условным нижним порогом срабатывания схем, при котором считается, что сигнал пропал, установлено значение индикатора, равное 0,008 от максимального уровня.

Достижение заданного порога для предложенной схемы наступило при отстройке до 14,8 кГц и 34,8 кГц соответственно. Для частотного дискриминатора порог достигнут только при отстройке до 11,1 кГц и 38,4 кГц соответственно.

Заключение. Проведенный эксперимент показал работоспособность предложенной схемы измерения частоты сигналов в реальных условиях, а также выигрыш в ширине области обнаружения-оценивания частотного параметра по сравнению с известным частотным дискриминатором. Можно сделать вывод о целесообразности проведения дальнейших исследований применения процедур скалярного пересечения и объединения в обработке сигналов с целью повышения помехозащищенности радиоэлектронных средств извлечения информации.

Список литературы

1. Куприянов А.И., Сахаров А.В. *Радиоэлектронные системы в информационном конфликте*. Москва: Вузовская книга; 2003. 528 с.
2. Рембовский А.М., Ашихмин А.В., Козьмин В.А. *Радиомониторинг: задачи, методы, средства*. 4-е изд., испр. Под ред. А.М. Рембовского. Москва: Горячая линия Телеком; 2019. 640 с.
3. Гордиенко В.И., Дубровский С.Е., Рюмшин Р.И., Фенев Д.В. Универсальный многофункциональный структурный элемент систем обработки информации. *Радиоэлектроника. Изв. ВУЗов*. 1998;3:12–20.

Об авторах:

Михаил Олегович Лихоманов, кандидат технических наук, преподаватель кафедры противодействия техническим средствам разведки Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), likhomanovmikhail@mail.ru

Дмитрий Сергеевич Сова, курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), jampfy@mail.ru

Игорь Михайлович Гаврилов, научный сотрудник Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (394003, Российская Федерация, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 153), neonspider@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Mikhail O. Likhomanov, Can.Sci. (Engineering), Teacher of the Counteraction to Technical Means of Intelligence Department, Military Educational and Scientific Center of the Air Forces of the Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), likhomanovmikhail@mail.ru

Dmitrii S. Sova, Cadet of the Military Educational and Scientific Center of the Air Forces of the Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), consultboris@mail.ru

Igor M. Gavrilov, Researcher of the Military Educational and Scientific Center of the Air Forces of the Air Force Academy Named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (153, Krasnoznamennaya Str., Voronezh, 394003, Russian Federation), neonspider@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 51-76

Применение многомерных методов математической статистики для выявления особенностей электроэнцефалографии

К.А. Мороз, А.С. Лещева, Мантоор Аммар

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Статья посвящена анализу электроэнцефалограмм пациентов с инсультом и в состоянии комы, их сравнению между собой, а также с данными здоровых испытуемых посредством метода многомерного шкалирования и кластерного анализа.

Ключевые слова: электроэнцефалография, инсульт, кома, кластерный анализ, метод многомерного шкалирования

Для цитирования. Мороз К.А., Лещева А.С., Мантоор Аммар. Применение многомерных методов математической статистики для выявления особенностей ЭЭГ. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):64–67.

Application of the Multivariate Statistical Methods to Identify the Features of Electroencephalography

Kaleria A. Moroz, Anastasia S. Lescheva, Mantoor Ammar

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Using the methods of multidimensional scaling and cluster analysis, the electroencephalograms of the patients with strokes and in the state of coma have been analysed in the article, and the comparison of such encephalograms with each other, as well as with the data obtained from the healthy participants of the experiment has been carried out.

Keywords: electroencephalography, stroke, coma, cluster analysis, multidimensional scaling

For citation. Moroz KA, Lescheva AS, Mantoor Ammar. Application of the Multivariate Statistical Methods to Identify the Features of Electroencephalography. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):64–67.

Введение. В основе статьи лежит анализ ЭЭГ-данных пациентов, перенесших инсульт (кровоизлияние в мозг), и находящихся в состоянии комы (характеризуемом отсутствием понимания и реакции на внешние раздражения), а также здоровых испытуемых, осуществленный с использованием методов кластерного анализа и многомерного шкалирования. Основная цель данного исследования заключается в проверке эффективности применения методов анализа ЭЭГ для классификации испытуемых на группы «больные» и «здоровые». Это может не только улучшить диагностику, но и способствовать разработке более эффективных методов реабилитации для пациентов с неврологическими нарушениями. В частности, особое внимание уделяется сравнению ЭЭГ-характеристик у испытуемых с инсультом и находящихся в состоянии комы, что позволит выявить специфические паттерны, присущие каждому из этих состояний.

Задачи работы включают сбор электроэнцефалограммы у испытуемых, перенесших инсульт и находящихся в состоянии комы, получение данных ЭЭГ в электронном формате, а также обработку этих выборочных данных в системе STATISTICA. Исследуются 16 ЭЭГ-отведений с использованием методов обработки биологических данных. Объектом исследования становятся графики, отражающие динамику расположения векторов в двумерном признаковом пространстве ЭЭГ-данных как здоровых испытуемых, так и пациентов с патологическими состояниями, соответствующими различным отведениям головного мозга. Электроэнцефалография является широко используемым электрофизиологическим методом для изучения центральной нервной системы человека и характеризуется разнообразием регистрируемых сигналов.

В ходе исследования функционального состояния головного мозга людей с патологиями и выявления скрытых аномальных процессов учитывается множество взаимосвязанных показателей, что затрудняет интерпретацию электроэнцефалограммы медицинскими работниками. В настоящее время, наряду с общими математическими методами обработки сигналов, вызванных биопотенциалами головного мозга, востребовано использование статистических методов анализа для систематизации и выявления различных состояний. При применении этих методов анализа становится возможным извлечение отфильтрованной информации из широкого диапазона данных.

Актуальность данного исследования заключается в повышении информативности электроэнцефалографического метода исследования через статистическую обработку ЭЭГ-данных и сравнительный анализ характеристик у испытуемых с вышеуказанными патологиями. В дальнейшем эти методы могут быть использованы как дополнительные инструменты в диагностике.

Методология исследования включает теоретический анализ, описание, классификацию, аналитический метод, статистический анализ, визуальный анализ и сравнительный анализ.

В основной части работы было осуществлено сравнение характеристик групп «Инсульт», «Кома» и «Норма» двумя способами: методом многомерного шкалирования и с помощью кластерного анализа.

Группа «Норма» включает в себя показатели, которые можно отнести к нормальной работе головного мозга без проявления каких-либо нарушений. Группа «Инсульт» представлена показателями, соответствующими перенесенному острому нарушению кровоснабжения головного мозга. Группа «Кома» характеризуется отсутствием понимания, значительным ослаблением или полным отсутствием реакции на внешние раздражения, угасанием рефлексов, нарушением глубины и частоты дыхания, изменением сосудистого тонуса, а также нарушениями температурной регуляции.

Метод многомерного шкалирования (МШ) представляет собой мощный статистический инструмент, позволяющий визуализировать сложные взаимосвязи между объектами на основе данных об их сходстве или различии. Вместо работы с исходными признаками, которые могут быть многочисленными и трудными для интерпретации, МШ сосредоточивается на матрице расстояний или матрице сходства между парами объектов. Эта матрица позволяет количественно оценить близость (или различия) между каждой парой объектов.

Суть метода заключается в отображении объектов в пространстве меньшей размерности (обычно в двумерном или трехмерном), стремясь сохранить структуру расстояний или сходств из исходного пространства. Таким образом, объекты, которые были близки друг к другу в исходном пространстве (имели высокое сходство), будут расположены близко и в низкоразмерном пространстве, а объекты, далекие друг от друга (с низким сходством), останутся на значительном расстоянии. Это позволяет получить наглядное представление о взаимосвязях между объектами, что нередко оказывается более информативным, чем анализ данных в многомерном пространстве.

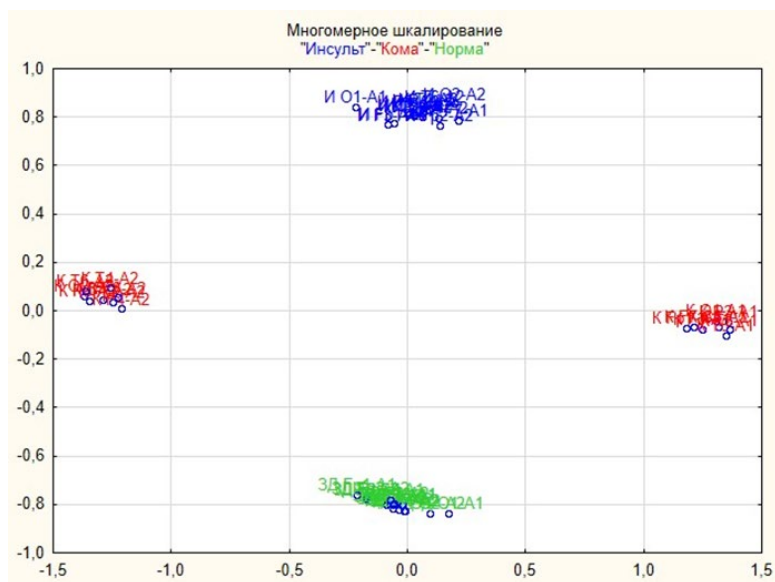


Рис. 1. Инсульт–Кома–Норма «общий график» (получено в программе Statistica)

Четкое распределение отведений по полушариям головного мозга пациента, находящегося в состоянии комы, значительно отличается от распределения точек в теоретическом пространстве метода многомерного шкалирования у пациента с инсультом, где наблюдается тесная связь хаотически распределённых точек, характеризующих различные состояния пациента. У пациентов в коме наблюдается отсутствие тесной локализации точек по отведениям левого и правого полушарий, и фиксируется абсолютное распределение точек в пространственной области на две зоны: отведения «правого полушария» и «левого полушария» [1].

Кластерный анализ относится к методам многомерной статистики, используемым для классификации объектов по их описывающим признакам, путем разделения набора объектов на типичные группы, которые соответствуют определенным критериям и идентификации объектов одной группы [2].

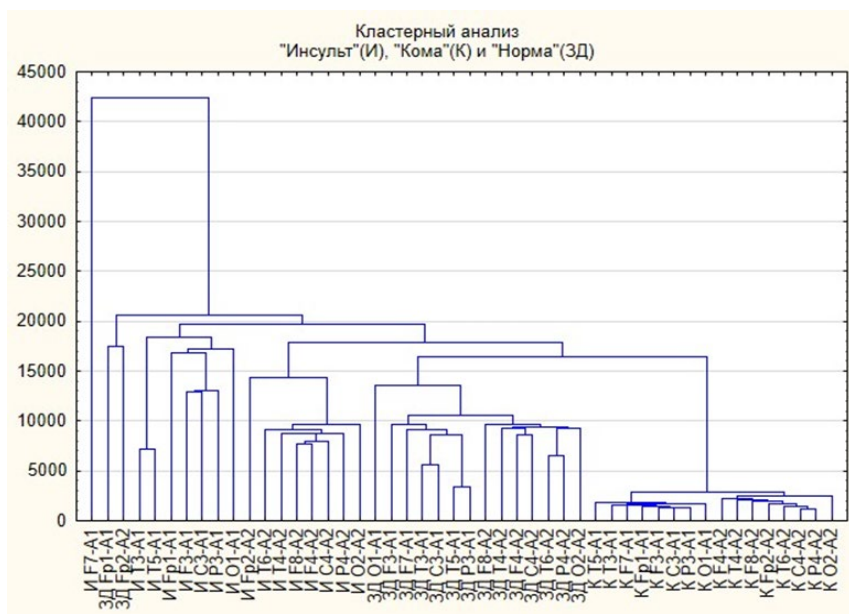


Рис. 2. Инсульт-Кома-Норма «общий график» (получено в программе Statistica)

Анализируя общий график (рис. 2), отображающий две патологии (инсульт и кома) в сравнении с данными здорового испытуемого, очевидна схожесть всех отведений и абсолютное разбиение по сторонам полушарий головного мозга (левые и правые отведения) у испытуемого с патологией «кома». Это явление наблюдалось также на графике, включающем данные «комы» и «нормы». Для подтверждения такого вывода нет необходимости сравнивать несколько патологий. У пациентов в коме многие процессы либо отсутствуют, либо замедлены.

Кома может развиваться как результат истощения продуктов энергетического обмена или как вторичное состояние. После восстановления стабильного уровня метаболизма нейронов происходит пробуждение из бессознательного состояния. В этот период наблюдается характерное продолжительное генерализованное замедление фоновой активности электроэнцефалограммы, схожее с тем, что наблюдается при метаболической энцефалопатии, что подтверждается высотой кластеров на графике, которая значительно отличается от высоты кластеров «инсульт» и «норма». У пациента с инсультом практически все отведения разделились по сторонам полушарий головного мозга. Однако данный график не является информативным.

Подробная оценка по каждой патологии (группа-пациент-область) была получена с помощью вышеуказанных графиков. Целью работы было сравнение результатов исследований пациентов с инсультом и в коме. Проведя исследование, сделан вывод о том, что сравнение этих патологий не является целесообразным.

Подробное исследование с вариантом «норма» показывает значительные визуальные схожести характеристик ЭЭГ-данных, а также различия не только на общих графиках, но и по отдельным областям.

Заключение. Целью данной работы была оценка возможности применения метода кластерного анализа и многомерного шкалирования для анализа ЭЭГ-сигналов у испытуемых с инсультом и находящихся в состоянии комы, а также сравнение характеристик с помощью статистических методов у этих пациентов. Цели работы достигнуты в полной мере. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- методы кластерного анализа и многомерного шкалирования позволяют создать теоретическое пространство, характеризующее «похожесть» нескольких объектов, в данном случае ЭЭГ-сигналов здоровых испытуемых и тех, кто страдает от различных патологий. В результате исследования эти данные представляются в виде совокупности точек в определённом теоретическом пространстве и на графике, что указывает на различия ЭЭГ-сигналов между здоровыми и больными пациентами.

- по результатам данных, полученных с использованием различных статистических методов, можно сделать вывод о возможности применения этих методов для анализа ЭЭГ-сигналов пациентов с инсультом и в состоянии комы.

- результаты данного исследования могут быть использованы для формирования баз данных, которые будут применяться на практике в качестве классификатора типов патологий. Создание таких баз данных с критериями значимости значительно упростит процесс определения типа патологии и достоверности диагноза.

– что касается сравнения характеристик у испытуемых с инсультом и в коме, проведенные исследования показали, что такое сравнение является нецелесообразным, поскольку на построенных графиках, созданных с помощью описанных методов, не наблюдается определенных отличий между этими патологиями.

Список литературы

1. Borg I, Groenen JF. *Modern Multidimensional Scaling: Theory and Applications*. Springer Series in Statistics; New York: Springer; 2005. 614 с. <https://doi.org/10.1007/0-387-28981-X>
2. Судаков С.А. *Кластерный анализ в психиатрии и клинической психологии*. Москва: ООО «Медицинское информационное агентство»; 2010. 160 с.

Об авторах:

Калерия Александровна Мороз, кандидат технических наук, заведующий кафедрой приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), leramoroz@mail.ru

Анастасия Сергеевна Лещева, магистрант кафедры приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), nnnnlllllllll66@gmail.com

Мантоор Аммар Жамал Мантоор, магистрант кафедры приборостроение и биомедицинская инженерия Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), amar65633@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Kaleria A. Moroz, Cand.Sci.(Engineering), Head of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), leramoroz@mail.ru

Anastasia S. Lescheva, Master's Degree Student of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), nnnnlllllllll66@gmail.com

Mantoor Ammar Jamal Mantoor, Master's Degree Student of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), amar65633@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 003.295.6: 542.2

Модификация биохимических анализаторов применением температурных RFID-меток

М.К. Суханов

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Предложена и детально описана модификация биохимических анализаторов путем внедрения температурных RFID-меток в упаковки реагентов, а также соответствующего программного и аппаратного обеспечения в сам прибор. Обоснована необходимость контроля климатических условий, которые влияют на хранение и транспортировку реагентов в течение всего срока их годности. Описаны изменения, касающиеся аппаратной части прибора, а также предложен принцип хранения данных в температурной RFID-метке и в самом устройстве. Разработана блок-схема программного алгоритма, который интегрируется в существующее программное обеспечение биохимического анализатора с RFID-датчиком. Целью исследования является создание методики внедрения температурных RFID-меток для реагентов, применимых в биохимических анализаторах.

Ключевые слова: биохимический анализатор, лабораторный анализатор, анализатор крови, контроль температуры, химические реагенты, биохимические реагенты, хранение реагентов, RFID, RFID-метка, температурная RFID-метка

Для цитирования. Суханов М.К. Модификация биохимических анализаторов применением температурных RFID-меток. *Молодой исследователь Дона.* 2025;10(1):68–71.

Modification of Clinical Biochemistry Analyzer by Integrating Temperature Sensing RFID tags

Maksim K. Sukhanov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Modification of a biochemistry analyzer by integrating temperature sensing RFID tags into packages with reagents, along with integrating the corresponding software and hardware into the equipment itself, has been proposed and described in detail. The need to monitor the environmental conditions that affect the storage and transportation of reagents during the period of their validity has been substantiated. Modifications to the hardware of the equipment have been described, and the principle for storing data in a temperature sensing RFID tag and in the machine itself has been proposed. A software algorithm flow chart to be integrated with the existing software of a biochemical analyser with RFID sensor has been developed. The aim of the research is to create an integration methodology for the temperature sensing RFID tags used with biochemical analyzer reagents.

Keywords: biochemistry analyzer, laboratory analyzer, blood analyzer, temperature monitoring, chemical reagents, biochemical reagents, storage of reagents, RFID, RFID tag, RFID temperature sensing tag

For Citation. Sukhanov MK. Modification of Clinical Biochemistry Analyzer by Integrating Temperature Sensing RFID tags. *Young researcher of Don.* 2025;10(1):68–71.

Введение. Биохимические анализаторы используются в различных областях для проведения исследований биохимических жидкостей, таких как кровь, моча, спинномозговая жидкость и другие. Для каждого отдельного анализа необходимы специфические реагенты, и для достижения достоверности результатов крайне важно контролировать качество используемых реагентов. К основным критериям оценки их качества можно отнести соблюдение условий хранения и транспортировки, срок годности как до, так и после вскрытия заводской упаковки, а также контроль расчетного количества порций в одной упаковке. Это позволяет предотвратить ситуацию, в которой количество реагентов изменяется для экономии, и использование реагентов других производителей, которые не откалиброваны для данного прибора.

Контроль за указанными показателями может осуществляться несколькими способами. Первый подход включает использование термоиндикаторных наклеек и наклеек для контроля влажности. Эти наклейки могут быть размещены как на упаковке с реагентами, так и на каждой отдельной емкости, что зависит от удобства их применения на производстве. Однако недостатком данного решения является сложность или невозможность осуществления приборного контроля соблюдения условий хранения и транспортировки реагентов. В случае нарушения климатических условий для реагентов с такими метками медицинскому персоналу остается только выбор — использовать ли данный реагент или нет.

Второй подход предполагает использование пассивных не перезаписываемых RFID-меток, как классических, так и температурных, для хранения данных о реагенте. Среди гемоанализаторов, представленных на рынке, существуют приборы, реагенты для которых оснащены пассивными RFID-метками. В таких приборах RFID-метки помогают решать ряд задач: контроль срока годности вскрытого реагента за счет внесения даты вскрытия в базу данных прибора; контроль соблюдения пропорций при использовании, основанный на присвоении количеству дозирования в упаковке реагентов; обеспечение возможности использования лишь реагентов от конкретного производителя.

Тем не менее, даже с учетом всех преимуществ такого подхода в нем остается нерешенной проблема контроля климатических условий хранения и транспортировки реагентов, таких как температура и влажность. Чтобы обеспечить контроль за соблюдением температурного режима для реагентов, предлагается модификация биохимических анализаторов через внедрение RFID-технологии или замену существующих RFID-меток [1] на температурные [2].

Цель исследования: разработка методики внедрения температурных RFID-меток для реагентов применительно к биохимическим анализаторам.

Задачи исследования включают: формулирование изменений в работе аппаратной части прибора, описание принципа хранения данных в температурной RFID-метке и в приборе и разработку блок-схемы программного алгоритма, который встраивается в существующее программное обеспечение биохимического анализатора с RFID-датчиком.

Основная часть.

В пассивной не перезаписываемой температурной RFID-метке должна храниться следующая информация: заводской номер, который однозначно определяет разновидность реагента и его соответствие фирме производителя; уникальный номер самой RFID-метки, необходимый для того, чтобы прибор мог различать реагенты одной партии; дата активации метки, начала интервальных замеров и упаковки реагента на производственном этапе; а также список результатов интервального измерения температуры, при этом расчетная длительность измерений метки должна укладываться в срок годности реагента.

Данные о температуре прибор получает посредством считывания информации с метки через встроенный RFID-модуль. В базе данных прибора хранится информация о разрешенных значениях температуры, сроках годности, а также уникальных номерах для каждого реагента. Принцип контроля температурных условий хранения и транспортировки основывается на разрешенных значениях температуры, включая пиковые разовые повышения и понижения (с учетом длительности интервала между измерениями) и длительное повышение или понижение (корреляция между температурой и длительностью превышения температурного порога).

В рамках проведенного исследования была разработана блок-схема алгоритма, который должен интегрироваться в базовый алгоритм работы устройства с внедренным RFID-модулем (рис. 1).

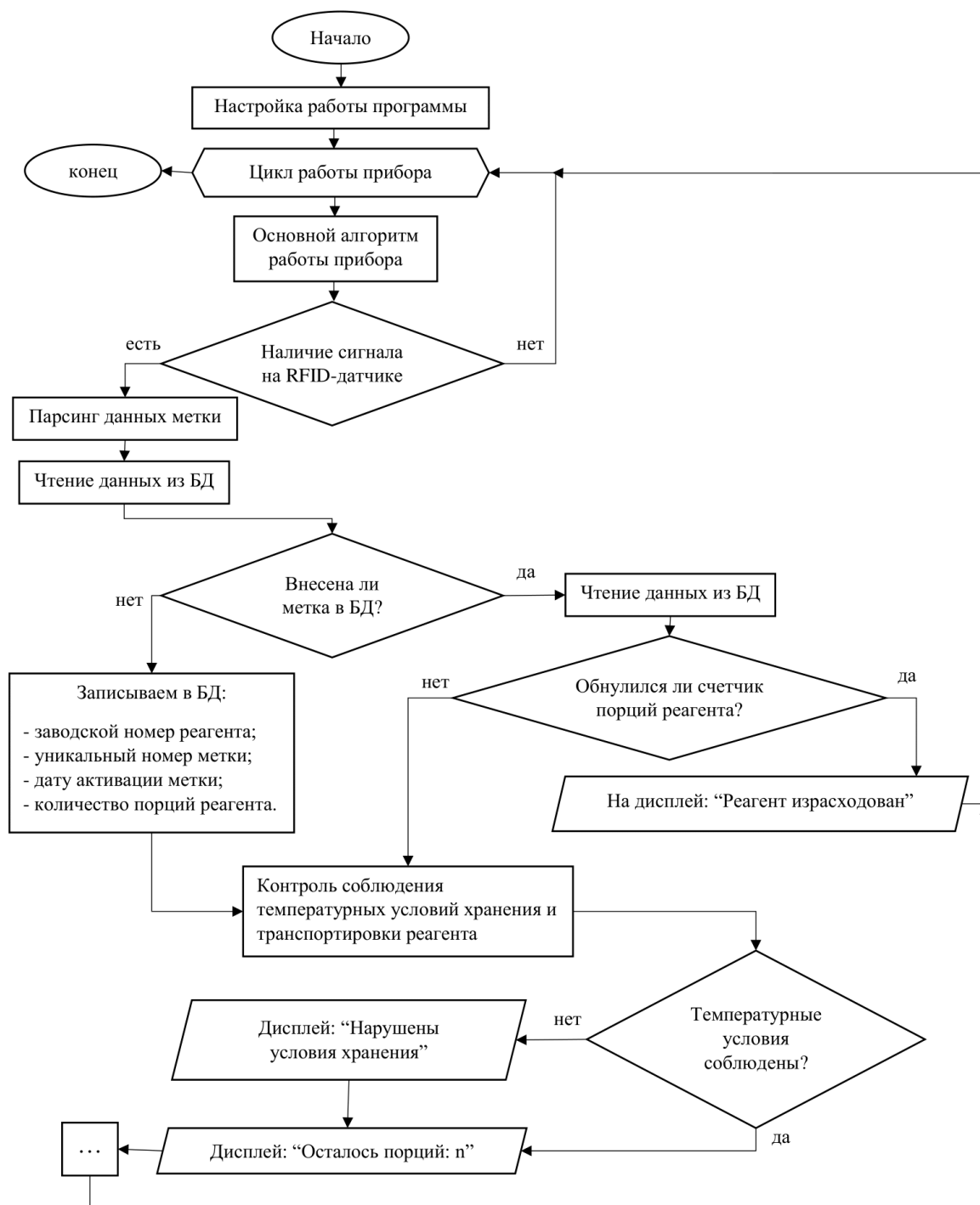


Рис. 1. Блок-схема программного алгоритма работы с температурными RFID-метками для биохимического анализатора

Для интеграции технологии в прибор с уже встроенным RFID-датчиком не требуется вносить изменения в конструкцию или аппаратное обеспечение. Необходима только модификация программного обеспечения, включающая внедрение алгоритма, добавление номеров меток в прошивку устройства и замену одного типа меток на другой на этапе производства реагентов. Если же рассматривается внедрение данной технологии в биохимический анализатор, который изначально не оснащен RFID-датчиком, то, помимо упомянутого выше, потребуются значительные аппаратные изменения, такие как установка RFID-датчика, новая микропроцессорная система и, при необходимости, дисплей, а также разработка программного обеспечения для интеграции с RFID-модулем.

Заключение.

В ходе проведенного исследования была выявлена необходимость контроля условий хранения и транспортировки реагентов для биохимических анализаторов. В связи с этим была предложена модификация анализаторов посредством внедрения температурных RFID-меток, устанавливаемых на упаковки с реагентами. В работе опи-

саны принцип функционирования, преимущества и требования к внедрению данной технологии, а также разработана блок-схема алгоритма, который будет интегрирован в программное обеспечение биохимического анализатора.

Альтернативно возможно применение температурных RFID-меток для соблюдения условий хранения аккумуляторов, латекса, резины и иной продукции, для которой критичен температурный режим. Влажность также является важным показателем качества условий хранения и перевозки реагентов. Использование температурной RFID-метки с измерением влажности позволит улучшить предложенную модификацию и расширить возможности RFID-меток.

Список литературы

1. *Полуавтоматический биохимический анализатор Clima MC-15 RFID.* URL: <https://medliga.ru/products/clima-mc-15-rfid/> (дата обращения 20.07.2024).
2. *RFID метка — регистратор температуры RU07TL3.* URL: <https://reunit.ru/id/rfid-metka---registrator-temperature-ru07tl3-289.html> (дата обращения 20.07.2024).

Об авторе:

Максим Константинович Суханов, магистрант кафедры приборостроения и биомедицинской инженерии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина 1), suhanov_mk@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи

About the Author:

Maksim K. Sukhanov, Master's Degree Student of the Instrumentation and Biomedical Engineering Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), SPIN-code: 6679-9971, suhanov_mk@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 699.88

Управление жизненным циклом объектов капитального строительства в условиях изменения климата

С.Г. Шеина, И.А. Чернявский

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассматриваются особенности влияния климатических изменений на жизненный цикл объектов капитального строительства, управление жизненным циклом строительных объектов по климатозависимым параметрам эксплуатационных качеств. Цель работы заключается в оценке степени влияния климатического изменения в течение всего жизненного цикла объекта капитального строительства.

Ключевые слова: климатические изменения, жизненный цикл, адаптация, параметры эксплуатационных качеств

Для цитирования. Шеина С.Г., Чернявский И.А. Управление жизненным циклом объектов капитального строительства в условиях изменения климата. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):72–75.

Management of the Capital Construction Facility Life Cycle in the Context of Climate Change

Svetlana G. Sheina, Ilya A. Chernyavsky

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article studies the features of climate change impact on the life cycle of capital construction facilities, and the life cycle management of construction facilities taking into account the climate-dependent parameters of their performance abilities. The article aims to assess the climate change impact value throughout the life cycle of a capital construction facility.

Keywords: climate change, life cycle, adaptation, parameters of performance abilities

For Citation. Sheina SG, Chernyavsky IA. Management of the Capital Construction Facility Life Cycle in the Context of Climate Change. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):72–75.

Введение. В последние два десятилетия фиксируются активные климатические изменения по всему земному шару, в связи с чем климатологи многих стран объединили свои усилия для изучения и прогнозирования этих изменений. Как показывают исследования, объекты капитального строительства (ОКС) являются крупнейшими потребителями энергии и вторым после энергетического сектора крупным источником выбросов парниковых газов. Общий вклад всего мирового строительного фонда в глобальные выбросы составляет треть от общего количества. Выработка энергии, потребляемая ОКС на протяжении жизненного цикла, сопровождается сжиганием ископаемых видов топлива и, как следствие, постоянными выбросами парниковых газов, что оказывает влияние на парниковый эффект и повышение температуры приземного слоя воздуха.

Для защиты окружающей среды, достижения целей по декарбонизации, предусмотренных Парижским соглашением (в котором основное внимание уделяется сокращению загрязнения окружающей среды и выбросов парниковых газов), а также в условиях дальнейшего роста климатических изменений, необходимо внедрение энергоэффективных технологий и оптимизация технологических процессов, протекающих в объектах капитального строительства, а также эффективное использование ресурсов [1].

Основная часть. Снижение влияния климатических изменений на строительные объекты достигается путем адаптации ОКС к данным изменениям. Адаптация к рискам постоянного изменения климата должна осуществляться на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта. Она заключается в обеспечении требуемых санитарно-гигиенических показателей, комфортности, безопасности, эффективности эксплуатации ОКС на всех этапах жизненного цикла с учетом экономической целесообразности принятых решений [2, 3]. Процесс адаптации, направленный на снижение подверженности и уязвимости строительного объекта, состоит из этапов, представленных на рис. 1.



Рис. 1. Методология оценки жизненного цикла объекта капитального строительства

Управление жизненным циклом объектов является ключевым инструментом устойчивого строительства. Оно представляет собой управление по параметрам, при котором управляющее воздействие на жизненный цикл должно быть таким, чтобы оно гарантированно вело к положительному результату. Цель управления жизненным циклом заключается в количественной оценке и снижении негативного воздействия на окружающую среду и энергопотребления ОКС.

Адаптация к климатическим изменениям связана с климатозависимыми параметрами эксплуатационных качеств здания, отражающими процессы его функционирования в соответствии с установленными критериями. Параметры эксплуатационных качеств рассчитываются для всех типов зданий, но особое внимание им уделяется при жилищном строительстве [4]. Принято выделять пять групп параметров эксплуатационных качеств: экономичность эксплуатации, капитальность, безопасность, функциональность и санитарно-гигиенические показатели.

Управление жизненным циклом объектов, является ключевым инструментом устойчивого строительства. Управление жизненным циклом объекта строительства представляет собой управление по параметрам, при котором управляющее воздействие на жизненный цикл должно быть таким, чтобы оно гарантированно вело к положительному результату. Цель управления жизненным циклом заключается в количественной оценке и уменьшении негативного воздействия на окружающую среду и энергопотребления ОКС.

Адаптация к климатическим изменениям связана с климатозависимыми параметрами эксплуатационных качеств здания, отражающими, протекают процессы его функционирования в соответствии с установленными критериями. Параметры эксплуатационных качеств рассчитываются для всех типов зданий, но особое внимание им уделяется при жилищном строительстве [4]. Принято выделять пять групп параметров эксплуатационных качеств: экономичность эксплуатации, капитальность, безопасность, функциональность, санитарно-гигиенические показатели.

В таблице 1 представлены климатозависимые параметры эксплуатационных качеств (ПЭК) по трем группам.

Группы климатозависимых параметров эксплуатационных качеств

Группа климатозависимых ПЭК	Климатозависимые ПЭК
1-ая группа климатозависимых ПЭК (физические характеристики ОКС)	Работоспособность элементов ОКС, подверженных климатическому воздействию
	Долговечность элементов ОКС, подверженных климатическому воздействию
	Надежность элементов ОКС, подверженных климатическому воздействию
	Ремонтопригодность элементов ОКС, подверженных климатическому воздействию
	Несущая способность элементов ОКС, подверженных климатическому воздействию
2-ая группа климатозависимых ПЭК (моральные характеристики ОКС)	Уровень энергоэффективности ОКС
	Уровень энергосбережения ОКС
3-ая группа климатозависимых ПЭК (градостроительные характеристики ОКС)	Оптимизация плотности застройки
	Влияние окружающих зданий и сооружений на планируемый объект строительства
	Влияние планируемого объекта на окружающую застройку
	Оптимальная ориентация ОКС по сторонам света
	Обеспеченность территории зелеными насаждениями с учетом влияния ОКС на углеродный след

С точки зрения климатозависимых показателей, экономичность эксплуатации характеризуется энергоэффективностью здания, а именно удельной величиной расходов энергетических ресурсов. Капитальность как климатозависимый показатель эксплуатационных качеств определяется долговечностью объекта строительства, зависящей от ремонтнопригодности, надежности и работоспособности здания или сооружения, его элементов. Безопасность объекта капитального строительства определяется его безопасностью для окружающей среды, механической безопасностью (несущая способность, запас прочности) и защитой от опасных гидрометеорологических явлений. Функциональность здания определяется его уровнем циклов работы инженерных и технических систем и оборудования, а также организацией индивидуального и общественного пространства с точки зрения обеспеченности зелеными насаждениями, функционального зонирования и плотностью застройки. Санитарно-гигиенические показатели определяются температурно-влажностным режимом и инсоляцией помещений [5].

Параметры эксплуатационных показателей можно разделить на три группы. Первая группа содержит показатели физической долговечности здания или сооружения. Ко второй группе относятся показатели моральной долговечности, что подразумевает соответствие здания современным требованиям по планировке, инженерному оборудованию и архитектурному облику. Третья группа включает климатозависимые показатели, которые учитывают градостроительный фактор, такие как оптимизация плотности застройки, оптимальная ориентация объекта капитального строительства по сторонам света, влияние окружающей застройки на объект строительства и наоборот, а также обеспеченность территории зелеными насаждениями с учетом влияния планируемого объекта на углеродный след.



Рис. 2. Схема управления климатозависимыми показателями эксплуатационных качеств на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства

Заключение. Важность проблемы заключается в том, что строительная отрасль является одним из тех секторов экономики страны, требующих повышенного внимания и принятия неотложных мер по адаптации к растущим климатическим изменениям. Успех адаптации объекта капитального строительства к изменениям климата зависит, прежде всего, от минимизации рисков на всех этапах жизненного цикла, а также от принятия своевременных и точных решений на всех этапах жизненного цикла здания или сооружения. Управление жизненным циклом по параметрам эксплуатационных качеств позволит адаптировать объекты капитального строительства к изменениям климата.

Список литературы

1. Шейна С.Г., Балашев Р.В., Живоглядов Г.А., Шахиев Р.Д. Устойчивое строительство зданий. *Инженерный вестник Дона*. 2023;№12. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8911> (дата обращения: 20.01.2025).
2. Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Маилян В.Д., Петров К.С., Швец А.Е. Перспективы применения BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий* 2023;1:44–53.
3. Гладышева О.Д., Федоровская А.А. Климатические риски в структуре комплексной оценки территории. В: *Материалы международной научно-практической конференции факультета промышленного и гражданского строительства «Строительство и архитектура – 2024»*. Ростов-на-Дону; ДГТУ: 2024. С. 317–320.
4. Чубарова К.В., Мовина В.А., Иванов А.Д., Хуторенко А.В. Анализ территории реновации для создания концепции ее комплексного развития. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2022;4:15–24.
5. Вонгай А.О. Выбор энергоэффективных технологических процессов при реконструкции зданий вузов. *Инженерный вестник Дона*. 2021;3. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6875> (дата обращения: 22.01.2025).

Об авторах:

Илья Александрович Чернявский, аспирант кафедры городского строительства и хозяйства Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ichernyavskii@donstu.ru

Светлана Георгиевна Шейна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой городского строительства и хозяйства Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ssheina@donstu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Ilya A. Chernyavsky, Postgraduate Student of the Urban Construction and Utilities Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), ichernyavskii@donstu.ru

Svetlana G. Sheina, Dr.Sci. (Engineering), Professor, Head of the Urban Construction and Utilities Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), ssheina@donstu.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ



УДК 621.314

Регулирование использования персональных данных: ответственность за нарушения в эпоху цифровых технологий

И.А. Селютина

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрены методы регулирования защиты персональных данных в условиях цифровизации современного общества, а также динамика изменений законодательства, сопутствующих требований и подходов регуляторов. Целью статьи является изучение методов регулирования защиты персональных данных в условиях цифровизации.

Ключевые слова: персональные данные, защита данных, цифровизация, цифровое право, законодательство, обезличивание данных, информационные технологии, прозрачность

Для цитирования. Селютина И.А. Регулирование использования персональных данных: ответственность за нарушения в эпоху цифровых технологий. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):76–78.

Regulation of the Use of Personal Data: Responsibility for Violations in the Context of Digital Technology Era

Inga A. Selyutina

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation

The article studies the methods of personal data protection regulation in the context of digitalization of the modern society, as well as the dynamics of changes taking place in the legislation, in the related legal requirements and approaches applied by the regulating authorities. The aim of the article is to investigate the methods regulating protection of the personal data in the context of digitalization.

Keywords: personal data, data protection, digitalization, digital law, legislation, data depersonalization, information technologies, transparency

For Citation. Selyutina IA. Regulation of the Use of Personal Data: Responsibility for Violations in the Context of Digital Technology Era. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):76–78.

Введение. В последние годы вопросы защиты персональных данных стали особенно актуальными. Мы все чаще слышим о необходимости защищать личные данные, о запрете на их обработку без согласия человека и последствиях в виде ответственности и крупных штрафов за нарушения. В условиях цифровизации современного общества эта тема приобретает все большую значимость. Цель данного исследования заключается в изучении методов регулирования защиты персональных данных в условиях цифровизации.

Основная часть. Современные технологии стремительно меняют наше общество, и с каждым днем цифровизация охватывает все больше аспектов нашей жизни. В этих условиях появляются новые вызовы, касающиеся защиты прав человека, особенно права на неприкосновенность частной жизни. Указ Президента России от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» подчеркивает цифровизацию как приоритетное направление, что создает потребность в пересмотре действующих правовых норм и механизмов защиты личных данных граждан. В этой статье мы рассмотрим влияние новых технологий, таких как Big Data и искусственный интеллект, на личные данные, а также проанализируем существующие правовые нормы и предложим пути решения выявленных проблем [1].

Право на неприкосновенность частной жизни — одно из основных прав человека, закрепленное в Конституции Российской Федерации и международных документах, таких как Всеобщая декларация прав человека и Европейская конвенция о защите прав человека. Оно включает защиту от несанкционированного доступа к личной информации, право на тайну переписки и охрану личной жизни от вмешательства со стороны государства и третьих лиц. Однако в условиях цифровизации это право сталкивается с новыми вызовами, которые требуют пересмотра его границ и содержания.

В условиях постоянного и стремительного технологического прогресса человечество сталкивается с угрозами утраты индивидуальности и самобытности. На фоне глобальной цифровизации различные категории правовой, социальной, культурной и финансовой систем демонстрируют внешнюю уязвимость, обусловленную трансформацией информации, её оборота и потребностей. В данном контексте защита персональных данных становится особенно важной, так как эта правовая категория регулирует доступ к личной информации и её использование, ограничивая интересы государства и частных субъектов. Однако реализация защитных норм требует создания юридической основы, обеспечивающей надлежащее взаимодействие между интересами граждан, государственных служб и бизнеса, а также разработки новых правовых норм, адаптированных к современным вызовам.

Одной из ключевых стратегий в этой области является интеграция правового регулирования в сферу обработки персональных данных, минимизация ущерба от утечек данных, интернационализация стандартов защиты личной информации и междисциплинарное сотрудничество в области защиты прав граждан. Адаптация национального законодательства к международным нормам, учитывающим новые реалии, обеспечит высокое качество правового регулирования защиты персональных данных [2].

Таким образом, актуальность выработки механизма правовой защиты данных и интересов граждан становится очевидной, особенно учитывая увеличение числа случаев утечек персональных данных из крупных государственных и корпоративных систем. Возникает необходимость разработки новых правовых норм, соответствующих требованиям времени и технологическому прогрессу в области защиты информационных прав граждан.

Государственный контроль в этом контексте не должен сводиться лишь к формальным мерам; он должен быть направлен на реальную защиту граждан от возможных негативных последствий. Система должна быть готова действовать проактивно, а не дожидаться, пока граждане начнут заявлять о своих правах. Удовлетворение правовых потребностей общества должно стать приоритетом.

Стремительное развитие цифровых технологий влияет на все сферы жизни. Проблема защиты прав граждан в онлайн-пространстве становится особенно значимой в условиях глобальных изменений. Важным аспектом государственной политики является создание эффективной правовой базы, способной реагировать на новые вызовы и реалии. Нормативные документы, регулирующие защиту прав граждан в условиях цифровизации, должны предусматривать возможность быстрого правосудия по обращениям граждан. Необходимы специализированные государственные структуры, отвечающие за защиту прав граждан в интернете [3].

Однако решение подобных задач невозможно без формирования активной гражданской позиции. Гражданское общество должно проявлять правозащитную активность и осознавать свои права. Это требует участия инициативных групп и общественных объединений, которые способны организовывать просветительские мероприятия и информировать все слои общества о правах граждан в условиях цифровизации.

Исходя из концепции неприкосновенности частной жизни, государство должно гарантировать защиту частных прав граждан, создавая механизмы, способные адекватно реагировать на современные вызовы. Важно учитывать общественные интересы и, в первую очередь, интересы граждан. Сохранение прав человека не должно ущемлять свободу общения, и технологии запрета и изоляции не должны иметь места в демократическом государстве. Эффективность защиты прав граждан во многом зависит от ответственности государства, готового решать вопросы, возникающие в новых условиях. Законы, призванные защищать права граждан, не должны тормозить научные достижения и мешать повышению уровня защиты личной информации.

Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» существует уже более 19 лет. За этот период закон и подзаконные акты претерпели значительные изменения, пройдя путь от жестких требований до более гибкого регулирования.

Каждый год новые технологии становятся все более неотъемлемой частью жизни современного человека, что приводит к изменению акцентов в области защиты личной информации. Информация о каждом шаге, каждый риск утечки данных и каждое «блокирование» поведения потенциального преступника становятся новой реальностью.

Надежная защита прав граждан — это важнейший компонент стабильного и динамичного развития цифрового общества. Цифровое общество, ставя защиту прав граждан в приоритет, создаст надежную основу для новой экономики, способствующей устойчивому развитию в условиях трансформации.

Заключение. Комплексная обработка личной информации требует синхронизации обновлений всех норм, регулирующих правовую и техническую стороны этого процесса. Необходимо обеспечить соблюдение прав каждого пользователя, активно использовать инновационные технологии и развивать международное сотрудничество для качественного управления данными. Непрерывный мониторинг законодательных ресурсов и реализация правил обмена данными, активное сотрудничество на международной арене создадут условия для защиты прав пользователей. Эффективная интеграция правового, технического и социального аспектов позволит более эффективно защищать интересы граждан и развивать инновационные технологии. Ключ к созданию безопасной и защищенной информационной среды заключается в переходе к интегрированной системе защиты данных, способствующей интересам всех участников — государства, бизнеса и граждан.

Список литературы

1. *О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года.* Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 10.01.2025).
2. Чернова Э.Р. Теоретико-правовые основы защиты персональных данных в Российской Федерации. *Право: ретроспектива и перспектива.* 2020;4(4):21–27.
3. Чернышов К.Д. Актуальные подходы к обработке персональных данных: анализ и развитие законодательства. *Вестник науки.* 2025;2(1(82)):431–436.

Об авторе:

Инга Андреевна Селютина, магистрант юридического факультета Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), iayatsenko@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи

About the Author:

Inga A. Selyutina, Master's Degree Student of the Law Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), iayatsenko@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ



УДК 631.81

Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений

П.А. Дубницкая

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Неэкономное использование химических средств в сельском хозяйстве негативно сказывается на загрязнении воды и почвы, уменьшает биоразнообразие и способствует развитию резистентности у вредителей и сорных растений. Неправильный выбор удобрений и средств защиты растений оказывает отрицательное влияние не только на сами растения, но и на общее состояние окружающей среды. Цель данной работы заключается в анализе основных видов сельскохозяйственных удобрений и в перечислении преимуществ биологических удобрений. Этот подход будет способствовать более рациональному использованию ресурсов, снижению негативного воздействия на экосистему и повышению устойчивости сельского хозяйства в целом.

Ключевые слова: биологические удобрения, удобрения, микробиота почвы, микоризные грибы, азотфиксирующие бактерии, фосфатмобилизирующие бактерии

Для цитирования. Дубницкая П.А. Использование биологических удобрений для оптимизации питания растений. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):79–82.

The Use of Biological Fertilizers for Optimization of Plant Nutrition

Polina A. Dubnitskaya

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Excessive use of chemicals in agriculture aggravates water and soil pollution, reduces biodiversity and provokes development of resistance in pests and weeds. The wrong choice of fertilizers and plant protection products has a negative impact not only on the plants, but on the general state of the environment as well. The aim of the present research is to analyse the main types of agricultural fertilizers and to specify the advantages of biological fertilizers. Such an approach will foster more rational use of resources, reduce the negative impact on the ecosystem and increase the sustainability of agriculture in general.

Keywords: biological fertilizers, fertilizers, soil microbiota, mycorrhizal fungi, nitrogen-fixing bacteria, phosphate-mobilizing bacteria

For Citation. Dubnitskaya PA. The Use of Biological Fertilizers for Optimization of Plant Nutrition. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):79–82.

Введение. Рост числа потребителей приводит к увеличению спроса на сельскохозяйственную продукцию. Повышенный спрос подчеркивает необходимость агропромышленного комплекса в применении современных технологий и инновационных решений не только для удовлетворения потребностей населения, но и для упрощения ведения хозяйств. Несмотря на широкое использование современных технологий, таких как точное земледелие, все еще существует определенный разрыв между требованиями потребителей и возможностями сельскохозяйственного производства. Одним из основных способов увеличения объемов продукции агропромышленного комплекса является использование удобрений. Применение подкормок для растений повышает урожайность, улучшает качество продукции, повышает иммунитет растений и оказывает положительное влияние на состояние почвы [1, 2]. Цель данной работы заключается в описании основных видов удобрений, используемых в сельском хозяйстве, выделении их преимуществ и недостатков, а также в описании биологических удобрений — что к ним относится и какие преимущества они предоставляют.

Основная часть. Удобрения играют значимую роль в агроценозе. Они являются как основным, так и дополнительным источником питательных веществ для сельскохозяйственных культур. Удобрения способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным экологическим факторам, что в свою очередь увеличивает как объем, так и качество урожая. В зависимости от их воздействия на почву и питание растений, удобрения делятся на прямые и косвенные. Прямые удобрения содержат элементы, которые непосредственно влияют на питание растений, тогда как косвенные удобрения воздействуют на вещества, уже присутствующие в почве. Таким образом, косвенные удобрения влияют на физические, водно-физические и физико-химические характеристики почвы, а также на ее биологическую активность [2, 3]. Однако такое разделение является условным, поскольку удобрения, попадая в почву, воздействуют не только на минеральное питание, но и на ее свойства. Следовательно, нельзя однозначно утверждать, что влияние удобрений на почву всегда положительное. Удобрения классифицируются, основываясь на их химическом составе, и делятся на минеральные и органические [1–4].

Минеральные удобрения синтезируются либо промышленным методом, либо представляют собой ископаемые вещества. Независимо от способа получения, данный вид удобрений содержит необходимые элементы для питания растений в виде минеральных соединений [3]. Почва взаимодействует с атмосферой, обменивается с ней водой, химическими элементами и твердыми частицами. Взаимодействие с гидросферой включает обмен аналогичными веществами. Почва регулирует состав рек и озер, питает донные отложения Мирового океана и образует специфический компонент гидросферы — почвенные воды.

По Г.В. Добровольскому, горная порода становится почвой тогда, когда она приобретает экологические функции. Эти функции почвы играют важную роль в экосистемах и биосфере. Функции почвы отражены на рис. 1.



Рис. 1. Функции почвы как компонента биогеоценоза [4]

Минеральные удобрения, в свою очередь, делятся на макро- и микроудобрения. Макроудобрения — это те элементы, которые необходимы растениям в больших количествах, к ним относятся: азот (N), фосфор (P), калий (K), кальций (Ca), магний (Mg) и сера (S). Также важны для развития растений следующие элементы, такие как цинк (Zn), железо (Fe), медь (Cu), марганец (Mn), бор (B) и молибден (Mo); последние относятся к микроудобрениям, которые необходимы растениям, но не в таких объемах, как макроэлементы. Эти элементы отвечают за фотосинтетические процессы и процессы метаболизма растений. Существует также классификация минеральных удобрений по реакции с почвенным раствором, где их делят на физиологически кислые, щелочные и нейтральные. Эта классификация играет ключевую роль в выборе удобрений, помогая определить их эффективность в зависимости от типа почвы и уровня pH. Удобрения бывают однокомпонентными, содержащими лишь один элемент питания, и комплексными, в состав которых входят как минимум два элемента. Формы удобрений также важны при выборе; они могут быть порошковыми, гранулированными, твердыми, жидкими или газообразными. Каждая форма имеет свои характеристики: например, жидкие удобрения имеют более высокую концентрацию по сравнению с другими, тогда как твердые удобрения труднее вымываются из почвы. Неорганические удобрения имеют множество преимуществ, начиная от широкого ассортимента элементов в их составе и заканчивая различными способами внесения. Благодаря этим факторам фермеры выбирают именно этот вид удобрений за их простоту в использовании и высокую эффективность, несмотря на недавний рост цен на минеральные удобрения [5].

Второй основной вид удобрений — органические удобрения. К этому виду относятся вещества растительного и животного происхождения, содержащие элементы питания в форме органических соединений. Использование этих удобрений способствует накоплению гумуса, улучшая физико-химические свойства почвы, увеличивая за-

пас элементов питания, поглотительную способность, буферность, влагоемкость, пористость и водопроницаемость. Кроме того, они снижают кислотность, обогащают почву полезными микроорганизмами, увеличивают ее биологическую активность и способствуют улучшению условий для минерального питания растений [2]. К наиболее распространенным органическим удобрениям можно отнести подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение и различные компосты [2, 3].

Однако использование двух самых распространенных видов удобрений имеет свои недостатки, что отражается на окружающей среде и, в первую очередь, может негативно сказаться на здоровье человека. Негативное влияние минеральных удобрений проявляется в истощении почвы, поскольку чрезмерное длительное внесение снижает содержание гумуса и уменьшает биологическую активность почвы, что значительно уменьшает ее способность удерживать влагу и питательные вещества; неравномерное использование азотных и фосфорных удобрений может вызвать засоление почв; загрязнение подземных источников и водоемов [2] вблизи от хозяйств может привести к повышению уровня содержания нитритов и нитратов. Если удобрения оказываются в открытых источниках, это может провоцировать активный рост водорослей, что в свою очередь способно полностью разрушить экосистему водоема, нарушая естественные циклы питательных веществ в окружающей среде. Указанные недостатки подчеркивают важность сбалансированного и грамотного подхода к использованию минеральных удобрений, комбинирования их с другими методами повышения плодородия, а также необходимость учета экологической обстановки до и после ввода удобрений. Органические удобрения также имеют свои минусы. В последнее время их использование встречается все реже, так как они могут оказаться финансово неэффективными, а затраты на транспортировку возрастут, особенно если применять их на больших площадях. Кроме того, использование некачественного сырья может привести к заражению почвы вредоносными бактериями, которые нанесут вред урожаю [1].

Для снижения химического воздействия на почву и окружающую среду активно рассматривается применение биологических удобрений. Биоудобрения — это продукты природного происхождения, содержащие живые микроорганизмы. Микроорганизмы улучшают физико-химические и физико-механические свойства почвы, оказывая положительное влияние на сельскохозяйственные культуры. Биоудобрения можно классифицировать на основе их происхождения и функций. Азотфиксирующие бактерии — это бактерии, обитающие либо на корнях растений, такие как *Rhizobium*, либо живущие в почве, не вступающие в симбиотические отношения с растениями, например, свободноживущие бактерии, такие как *Azotobacter* и *Cyanobacteria* (встречаются в водоемах и влажных почвах). Все перечисленные микроорганизмы фиксируют азот из атмосферы. Процесс фиксации атмосферного азота осуществляется в несколько этапов: вначале бактерии абсорбируют азот из атмосферы, после чего он редуцируется до аммиака благодаря ферменту нитрогеназы, а затем аммиак превращается в аминокислоты [6].

Фосфатмобилизирующие бактерии — это разнообразная группа микроорганизмов, преобразующих труднорастворимые фосфаты в доступные для корневых систем растений формы. Они способствуют выделению экзополимеров, что улучшает аэрацию и влагопоглотительную способность почвы, могут подавлять рост патогенных микроорганизмов и разлагать органические вещества, увеличивая содержание гумуса. К таким бактериям относятся, например, виды рода *Pseudomonas* и *Bacillus*. Микоризные грибы представляют собой симбиотические организмы, которые помогают растениям увеличить поверхность корневой системы, что, в свою очередь, позволяет им получать больший объем воды и питательных веществ. Кроме того, микоризные грибы переводят фосфор (P), азот (N) и калий (K) в более доступные формы для питания растений [7]. Силикатные бактерии — это группа микроорганизмов, способных разлагать минералы, содержащие калий и кремний [2], делая их усваиваемыми для растений. Они способствуют повышению плодородия почв, особенно тех, в которых наблюдается низкое содержание свободного кремния. Достаточное количество кремния крайне важно для существования растений, поскольку он увеличивает эффективность фотосинтеза за счет повышения уровня хлорофилла. Также кремний способствует утолщению клеточной стенки и образованию силикатных структур, что защищает растения от механических повреждений и препятствует проникновению грибков, вирусов и возбудителей бактериозов [1, 5, 7–8].

Однако к биологическим удобрениям относятся не только применяемые микроорганизмы, но и биохимические и комплексные удобрения (смеси биоудобрений и биохимических). Биохимические удобрения обычно основаны на продуктах ферментации и содержат аминокислоты, витамины, гормоны роста и другие вещества, которые положительно влияют на рост и развитие растений. Комплексные биоудобрения представляют собой сочетание всех вышеперечисленных категорий, например, комбинацию различных биохимических веществ с микроорганизмами или с органическим материалом. Биоудобрения обладают значительными преимуществами, что способствует их растущей популярности в сельском хозяйстве. Согласно исследованию 2020 года, применение биоудобрений увеличивает урожайность на 20–30 % по сравнению с химическими методами повышения урожайности [9]. Наблюдается также тенденция к увеличению посевных площадей, где применяются биологические удобрения, в частности в Индии и Бразилии. Внесение биоудобрений минимизирует риск загрязнения почвы и водоемов, а также снижает количество химических остатков в урожае. Органические вещества и микроорганизмы, содержащиеся в биоудобрениях, улучшают структуру почвы, повышают ее воздухопроницаемость и вла-

гоудерживающую способность. Этот тип удобрений также способствует развитию и увеличению полезной микрофлоры в почве, что помогает бороться с патогенными организмами и улучшает усвоение питательных веществ растениями. Улучшение структуры почвы помогает уменьшить эрозию, что особенно важно для развития устойчивого сельского хозяйства. Использование биологических удобрений может снизить необходимость в минеральных удобрениях, что также содействует переходу к устойчивому и ресурсосберегающему сельскому хозяйству, что крайне важно в современный период [10–15].

Заключение. Таким образом, биоудобрения представляют собой эффективные альтернативы минеральным удобрениям, стимуляторам роста и средствам защиты растений. Биологические удобрения сохраняются в почве дольше, что позволяет сократить частоту их внесения. В перспективе использование биоудобрений может стать более популярным и востребованным подходом в агрономии, что связано как с растущими экологическими требованиями, так и с современной тенденцией к переходу на более экологичные методы ведения сельского хозяйства. Однако стоит отметить, что данный вид удобрений не способен полностью заменить минеральные или органические удобрения. Биологические удобрения необходимо использовать в сочетании с другими категориями, что повысит эффективность вносимых компонентов и положительно повлияет на состояние почвы.

Список литературы

1. Коваленко Н.Я. *Экономика сельского хозяйства: учебник для среднего профессионального образования*. Москва: Издательство Юрайт; 2024. 406 с.
2. Шеуджен, А.Х., Аканова Н.И., Бондарева Т.Н. *Агрохимия. Ч. 6. Экологическая агрохимия: учеб. пособие*. Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ»; 2018. 575 с.
3. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Экологические функции почв и вызовы современности. *Экологический Вестник Северного Кавказа*. 2020;16(2):4–16.
4. Куликова А.Х. Экологические функции почвы. *Вестник Ульяновской ГСХА*. 2007;1(4):3–7.
5. Hessein MA, et al. The Role of Silicate Solubilizing Bacteria in Plant Growth Promotion. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2018;20(4):789–796.
6. Mishra S, Bhuyan S, Mallick SN, Biswal S, Chauhan VBS. Role of Biofertilizer in Agriculture. *Biotica Research Today*. 2022;4(6): 461–463. URL: <https://bioticapublications.com/journal-backend/articlePdf/1fecc0f0b3.pdf> (дата обращения: 01.02.2025).
7. Камельчук Я.С. Микоризные грибы: Современные представления значимости их в минеральном питании растений и как натуральных биоудобрений. *Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук*. 2020;1:24–40.
8. Hazra G. Different Types of Eco-Friendly Fertilizers: An Overview. *Sustainability in Environment*. 2016;1(1):54. <https://doi.org/10.22158/se.v1n1p54>
9. Hargreaves JC, et al. The Role of Fertilizers in Sustainable Agriculture. *Agricultural Sciences*, 2017;8(5):123–135.
10. Yadav AN, Verma, P, Singh B, Chauhan VS, Suman A, Saxena AK. (2017). Plant Growth-Promoting Bacteria: Biodiversity and Multifunctional Attributes for Sustainable Agriculture. *Advances in Biotechnology and Microbiology*. 2017;5(5):555671. <https://doi.org/10.19080/AIBM.2017.05.555671>
11. Bhattacharyya PN, Jha DK. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2012;28:1327–1350.
12. Malusá E, Sas-Paszt L, Ciesielska, J. Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers. *The Scientific World Journal*. 2012;(1):491206. <https://doi.org/10.1100/2012/491206>
13. Choudhury ATMA, Kennedy IR. Biological Fertilizers: A Review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2005;168(3):343–353.
14. Kumar A, Kumar S. Impact of Biofertilizers on Crop Production. *Agricultural Reviews*. 2017;38(3):258–272.
15. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture 2020*. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3930108?v=pdf&ln=en> (дата обращения: 01.02.2025).

Об авторах:

Полина Андреевна Дубницкая, студент кафедры техники и технологии пищевых производств Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), polinadubnitskaya@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Polina A. Dubnitskaya, Student of the Food Production Engineering and Technology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), polinadubnitskaya@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ



УДК 67.02

Automation in Manufacturing Industry of Africa

Marina Uwibambe

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The present paper studies the transformative role of automation in manufacturing industry of Africa, highlighting its benefits, such as efficiency, cost reduction, and sustainability. It distinguishes barriers, such as high costs, shortage of skilled personnel, and infrastructure challenges, and emphasizes the opportunities for growth due to the government support, affordable automation tools, and use of renewable sources of energy. With forecasted annual growth of the robotics market by approximately 12.89% from 2025 to 2029, the strategic policies and investments can play the key role in making Africa a region capable of using automation for socioeconomic development and competitiveness.

Keywords: automation, manufacturing industry, competitiveness, barriers

For Citation. Uwibambe M. Automation in Manufacturing Industry of Africa. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):83–87.

Автоматизация обрабатывающей промышленности Африки

М. Увибамбе

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассматривается преобразующая роль автоматизации в обрабатывающей промышленности Африки, акцентируется внимание на ее преимуществах, таких как повышение эффективности, снижение затрат и обеспечение устойчивости. Исследуются существующие барьеры, включая высокие затраты, нехватку квалифицированных кадров и проблемы с инфраструктурой, при этом выделяются возможности для роста, возникающие благодаря государственной поддержке, доступным инструментам автоматизации и использованию возобновляемых источников энергии. Учитывая, что прогнозируется ежегодный рост рынка робототехники на уровне 12,89 % в период с 2025 по 2029 год, роль стратегической политики и инвестиций становится ключевой для того, чтобы позиционировать Африку как регион, способный использовать автоматизацию для достижения социально-экономического развития и повышения конкурентоспособности.

Ключевые слова: автоматизация, обрабатывающая промышленность, конкурентоспособность, барьеры

Для цитирования. Увибамбе М. Автоматизация в африканской обрабатывающей промышленности. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):83–87.

Introduction. Automation is the use of technology, programs, robotics to achieve outcomes that reduce human intervention in the processes. In Africa, the manufacturing industry is developing by implementing automation technologies. Automation has been used by many developed countries, and its implementation into the manufacturing industry of African is now beginning to accelerate [1, 2].

The aim of the study is to analyse the impact of automation on productivity in Africa and evaluate strategies to address its challenges and leverage opportunities.

Results. Manufacturing industry of Africa is rapidly developing in such countries as Kenya, Nigeria, Egypt, and South Africa, especially in automotive, manufacturing, food processing and textile sectors. On the whole, the manufacturing industry of many African countries is still in the early stages of integrating automation into manufacturing processes, the use of automation technologies is transforming various industries, presenting new opportunities and increasing productivity in the countries that need it [3].

Africa benefits from automation in different ways. In food processing industries, where precise measurements are required, automation provides efficiency by allowing the machines to perform faster and with minimal errors compared to the manual work. Another advantage is cost reduction. In the cement manufacturing industry, automation can result in more uniform production, reducing wastes and decreasing the requirement for continuous human supervision [1, 3].

Despite all these benefits there are also barriers that hinder the use of automation in the manufacturing industry of Africa. The high cost of automation technologies, such as AI-driven systems, advanced robotics and IoT-enabled equipment, are among the main challenges as they require major investment that many small and medium-sized enterprises (SMEs) across the continent cannot afford. Skilled personnel gap is one more barrier. Operation and maintenance of the automated systems require the employees with specialized knowledge in robotics, machine learning and AI. Unfortunately, there is a limited number of skilled workers in African countries. Additionally, different parts of the continent are struggling with infrastructure limitations, from inconsistent power supply to unreliable internet connection [1, 4].

Even with those obstacles, there are plenty of opportunities for growth. Countries recognize the importance of automation and develop new strategies to support its implementation. For instance, automation is an important component of the Kenyan government Big Four Agenda focused on boosting manufacture, affordable housing, healthcare, and food security. Some companies are developing low-cost, adaptable automation tools specifically tailored for SMEs, thus, contributing to creation of equal opportunities due to another positive development: the emergence of affordable automation solutions. Sustainable automation is advancing with the emergence of renewable energy such as solar and wind power. By using clean energy to run automated processes, manufacturers will be able to reduce energy costs, contributing to sustainability goals [2–4].

There is limited quantitative information regarding the extent of automation compared to manual labour in African countries. Nevertheless, forecasts suggest a trend for substantial growth in the automation industry. The African robotics market is anticipated to grow at a rate of 12.89 % each year from 2025 to 2029, aiming for a market size of around USD 1.24 billion by 2029 [5].

Gross domestic product (GDP) per capita is an economic metric that indicates the standard of living of the residents of a state. It fluctuates significantly in Africa, illustrating the economic variety across the continent. Figure 1 shows African countries by GDP (PPP) per capita in 2023 [6].

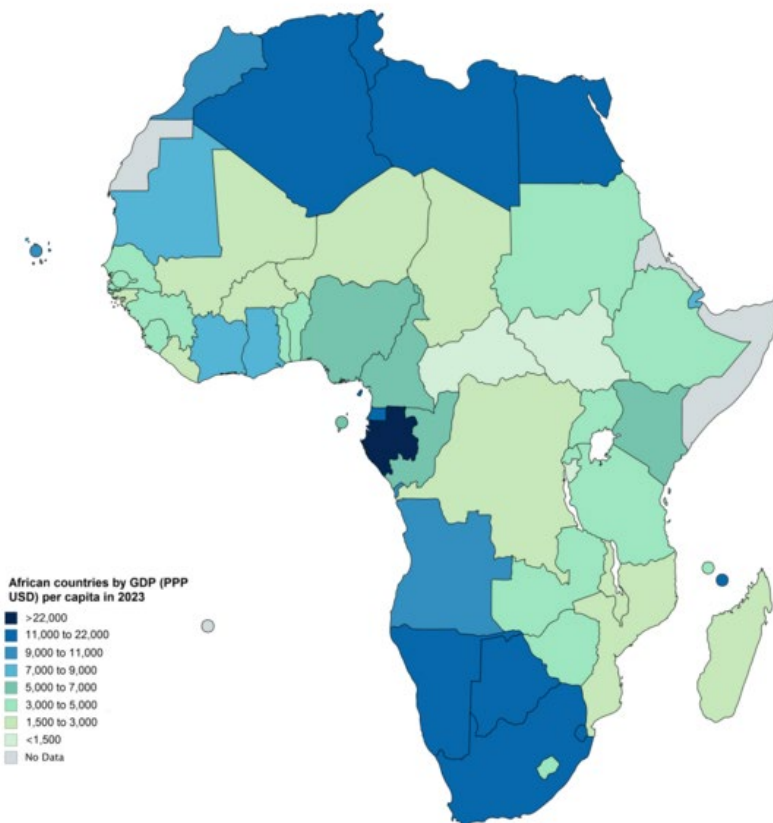


Fig. 1. African countries by GDP (PPP) per capita in 2023

The GDP per hour worked, a metric of labour productivity, varies significantly between African countries. Figure 2 presents the top 10 African countries by GDP per hour worked (USD) in 2023, based on data from the International Labour Organization (ILO) [7].

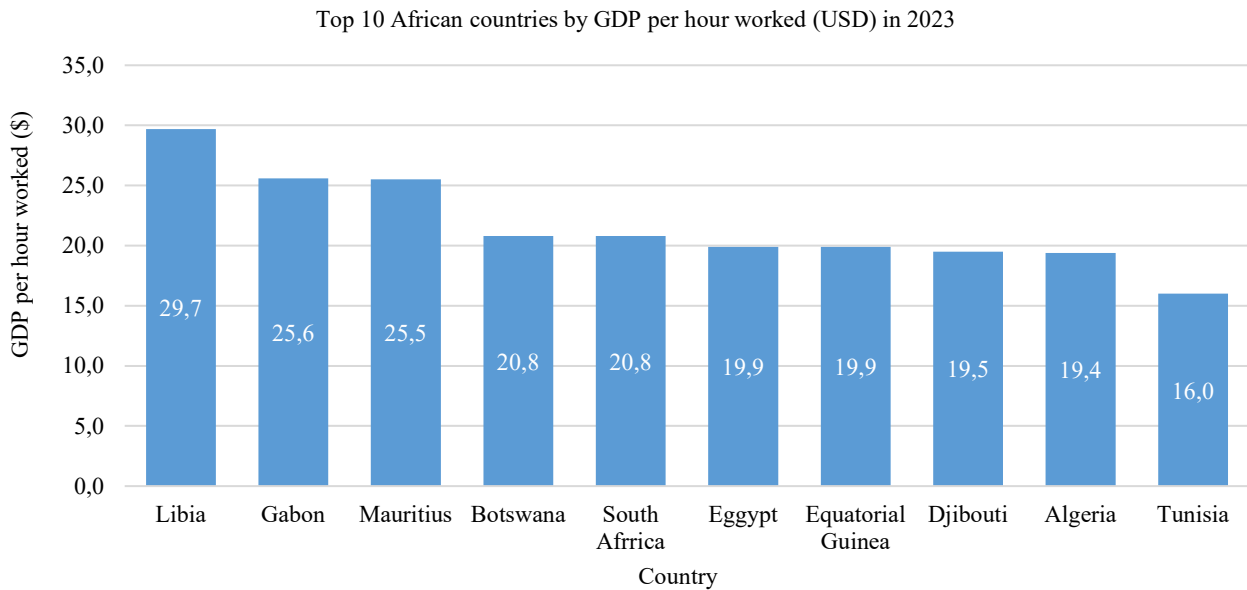


Fig. 2. Top 10 African countries by GDP per hour worked (USD) in 2023

In Russia, the main factors that increase labour productivity are the size of the organisation, availability of export operations, the use of information technologies, and investment activity. This issue should be studied in detail by comparing the situation in Russia and Africa. Figure 3 presents the key needs of Russian companies to improve labour productivity [8].

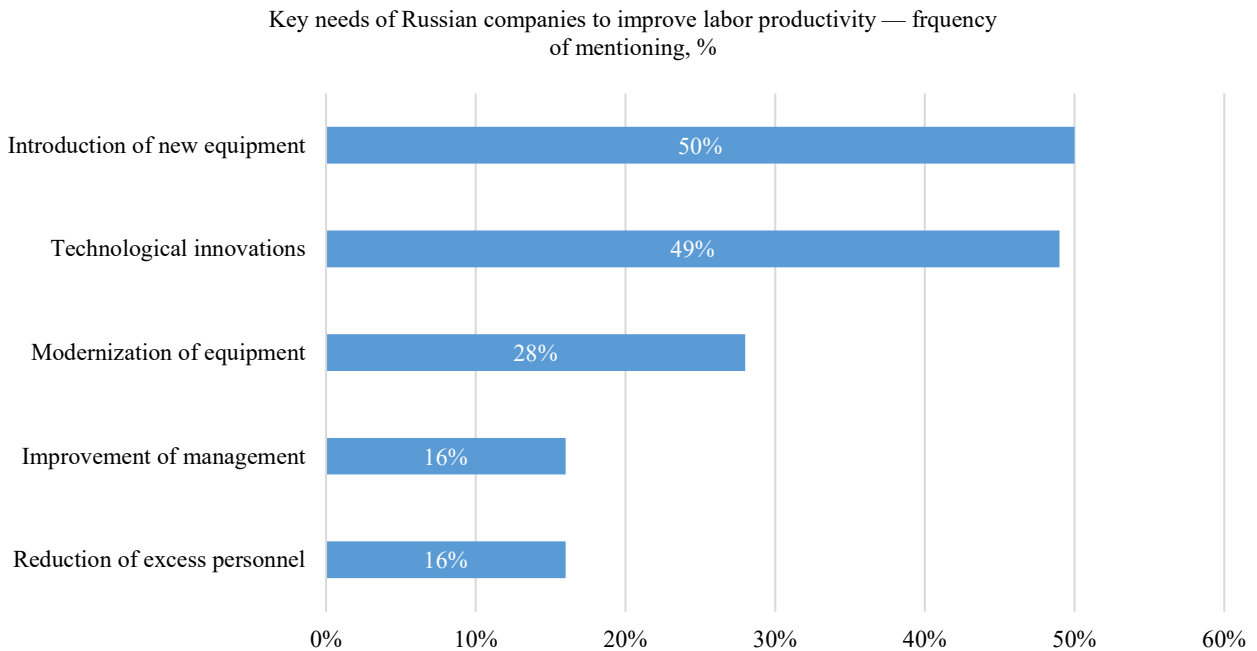


Fig. 3. Key needs of Russian companies to improve labour productivity

To improve labour productivity, it is necessary first to check the obstacles that are hindering achievement of a better productivity. Figure 4 presents the obstacles to productivity growth according to the data on Russian companies.

Obstacles to productivity growth according to Russian companies

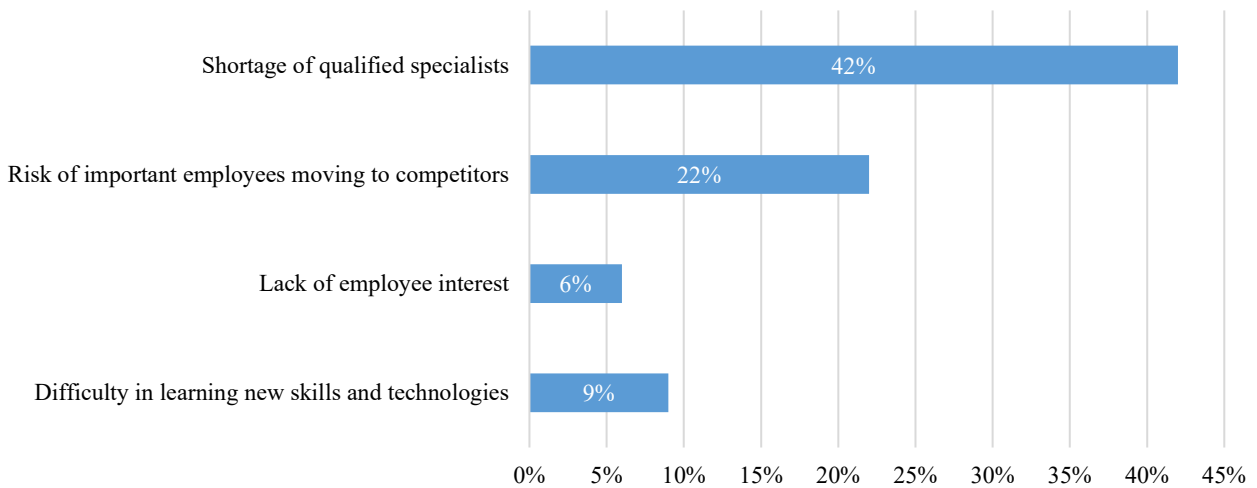


Fig. 4. Obstacles to productivity growth according to the data on Russian companies

Taking into account the productivity growth data from figure 3, it is possible to calculate the forecasted labour productivity by using the following formula: $\text{Forecasted Labour Productivity} = \text{Current Labour Productivity} + (\text{Current Labour Productivity} * \text{Coefficient} * \text{Productivity Growth})$; where the current labour productivity is the GDP of a country per hour worked (\$), and the coefficient used is 0.5. Figure 5 presents the forecast of GDP growth per hour after implementation of the automation.

Forecast of GDP growth per hour after implementation of the automation

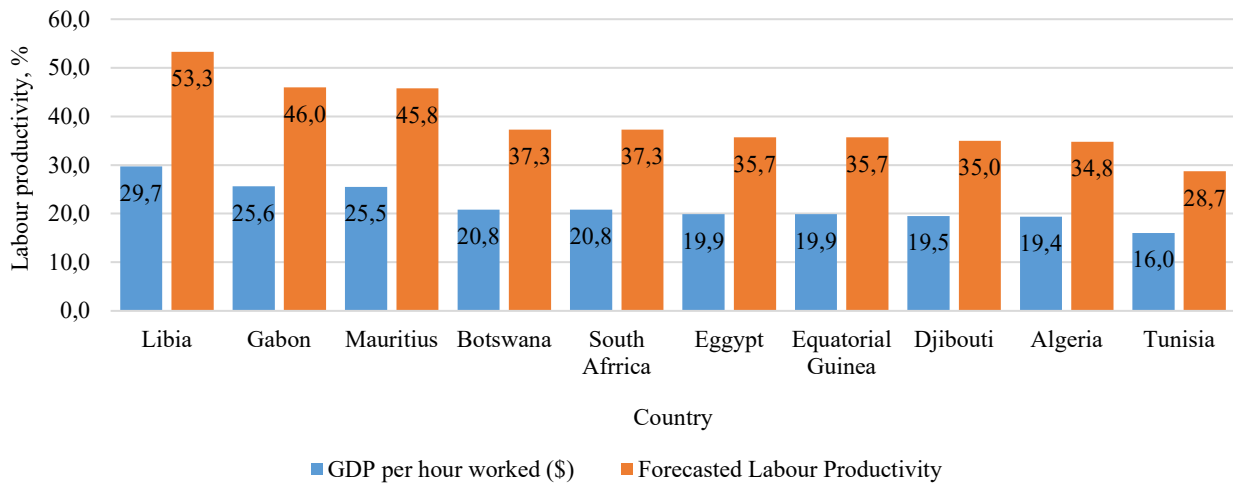


Fig. 5. Forecast of GDP growth per hour after implementation of the automation

Based on the analysis, labour productivity and, accordingly, income per hour of work can be forecasted to grow in case of implementing the automation to a sufficient degree.

The following sectors are promising for implementation of automation in Africa:

1. Energy Sector: In the oil and gas sectors, in the countries such as Angola and Nigeria, automation is being integrated progressively to improve safety and efficiency of exploration and production operations. Automated systems aid in reducing risks and enhancing production levels [9].

2. Agriculture: Digital agriculture technologies, including mobile applications and online platforms, are used to enhance efficiency in farm production and marketing the agricultural products. Such technologies reduce information disbalance and transaction costs for smallholder farmers.

3. Manufacturing: The potential for African competitiveness lies in relatively labour-intensive industries manufacturing such products as textiles, wearing apparel, and leather products, where automation has not been quite as rapid as in some other subsectors.

4. Services Sector: To increase productivity and improve service delivery, other industries, such as retail, healthcare, financial services, logistics, and education, also have potential for automation.

Discussion and Conclusion. The implementation of automation in Africa has the potential to significantly increase labour productivity and contribute to economic growth. As a rule, automation has played a very important role in the process of economic development, causing changes in employment patterns and increasing efficiency. However, automation needs to be adopted in such a way that it supplements human labour and overcomes infrastructural problems such as inconsistent power supply that may hinder progress. With the focus on the sectors where the potential for automation is high and supported by encouraging policies, African countries can use technology as a driver for socioeconomic development.

References

1. *The Rise of Automation in Manufacturing*. URL: <https://www.plex.com/platform/manufacturing-automation/rise-automation-manufacturing> (accessed: 20.11.2024)
2. *Manufacturing*. URL: <https://futures.issafrica.org/thematic/07-manufacturing/> (accessed: 20.11.2024).
3. Nayyar G. *What Do Automation and Artificial Intelligence Mean for Africa?* URL: <https://www.brookings.edu/articles/what-do-automation-and-artificial-intelligence-mean-for-africa/> (accessed: 20.11.2024).
4. *Africa Renewable Energy Manufacturing Initiative*. URL: <https://www.seforall.org/programmes/un-energy/South-South-Cooperation/aremi> (accessed: 21.11.2024).
5. *Robotics — Africa*. URL: <https://www.statista.com/outlook/tmo/robotics/africa> (accessed: 21.11.2024).
6. *African Countries by GDP (PPP) per Capita in 2023.png*. URL: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:African_countries_by_GDP_%28PPP%29_per_capita_in_2023.png (accessed: 21.11.2024).
7. *Statistics on Labour Productivity*. URL: <https://ilostat.ilo.org/topics/labour-productivity/> (accessed: 21.11.2024).
8. *Что показывает производительность труда и как ее рассчитать*. URL: <https://journal.tinkoff.ru/guide/productivity/> (accessed: 21.11.2024).
9. *Spotlight on Africa: The Next Growth Region for Industrial Automation*. URL: <https://electronica.de/en/discover/industry-portal/detail/spotlight-on-africa-the-next-growth-region-for-industrial-automation.html> (accessed: 21.11.2024).

About the Author:

Marina Uwibambe, Master's Degree Student of the Big Data and Intelligent Systems Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), m.uwi@yandex.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.

Об авторе:

Марина Увибамбе, магистрант кафедры больших данных и интеллектуальных систем, Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), m.uwi@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитала и одобрила окончательный вариант рукописи.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ



УДК 159.99

Агрессивное поведение младших школьников: факторы, способствующие его развитию

М.Ю. Елагина, Л.С. Батюк

Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассматриваются факторы, влияющие на проявление агрессивного поведения у младших школьников. Изучение этих факторов является крайне важным для более глубокого понимания агрессии в области психологических наук, особенно в контексте работы с детьми, проявляющими агрессию, а также с теми, кто становится её жертвой. Несмотря на существующий обширный массив знаний по теме агрессии, остается актуальной задача конкретизации и систематизации ранее полученных данных. Основная цель статьи заключается в обобщении и выделении ключевых аспектов, способствующих развитию агрессивного поведения среди младших школьников.

Ключевые слова: младшие школьники 7-10 лет, агрессия, способствующие факторы, факторы, поведение, состояния

Для цитирования. Елагина М.Ю., Батюк Л.С. Агрессивное поведение младших школьников: факторы, способствующие его развитию. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(1):88–90.

Aggressive Behaviour of Primary School Children: Factors Inducing Its Development

Marina Yu. Elagina, Lyudmila S. Batyuk

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The factors affecting exposure of aggressive behaviour in primary school children are studied. The study of these factors is extremely important for deeper understanding of aggression in the frame of psychological sciences, especially in the context of working with children demonstrating aggression, as well as with those becoming the victims of aggression. Despite the existing vast corpus of knowledge on the topic of aggression, the objective of specifying and systematising the previously obtained data remains relevant. The main aim of the article is to generalise and highlight the pivotal aspects inducing development of aggressive behaviour in primary school children.

Keywords: primary school children of 7–10 years old, aggression, factors, inducing factors, behaviour, conditions

For Citation. Elagina MYu, Batyuk LS. Aggressive Behaviour of Primary School Children: Factors Inducing Its Development. *Young Researcher of Don*. 2025;10(1):88–90.

Введение. Актуальность данной тематики заключается в наблюдаемой тенденции роста числа людей, проявляющих агрессивное поведение, что связано с изменениями условий жизни. При этом существует недостаток специализированной литературы по этому вопросу. В современном мире для выражения недовольства и негативных эмоций вовсе не обязательно иметь зрительный контакт: достаточно воспользоваться устройством, связывающим нас со всем миром, и направить агрессию в адрес любого человека, часто без каких-либо последствий. Увеличение темпа жизни в свою очередь также способствует агрессивному поведению, которое может быть следствием длительного отсутствия отдыха. К сожалению, многие родители в условиях занятости и других обстоятельств, характерных для современной жизни, не всегда могут контролировать эмоциональное состояние своих детей. Это может привести к непоправимым последствиям как для объектов агрессии, так и для самих агрессоров. Влияние на агрессию могут оказывать множество факторов [1].

Актуальность исследования подтверждается тем, что данная тема изучена не только отечественными авторами, такими как Фурманов И.А. [2], Бреслав Г.Э. [3], Шнейдер Л.Б. и другие. Зарубежные авторы также приняли непосредственное участие в формировании знаний об агрессии младших школьников, так Рики Финци-Доттан, Миллер У. Томас [4], Малкольм Уотсон [5], Жасмина Бурдович Андреас [5] и другие.

Цель работы заключается в выявлении основных факторов, способствующих развитию агрессивного поведения у младших школьников, что позволит создать материалы и инструменты для качественной работы с агрессорами.

Основная часть. Агрессивное поведение представляет собой серьезную опасность, так как оно может причинять вред окружающим, включая физическую, вербальную или пассивную агрессию, а также самой личности агрессора, в случае чего речь идет об аутоагрессии, выражающейся в нанесении вреда себе как в физической, так и в психической сферах. При проявлении физической или вербальной агрессии профессионалу будет легко заметить определенные паттерны, так как в таких случаях субъект не скрывает свою агрессию. Однако пассивная и аутоагрессия менее заметны, что усложняет диагностику и коррекцию этих форм поведения. Это связано с тем, что такие паттерны могут стать устойчивыми и восприниматься субъектом как социально приемлемые [6].

Существует множество факторов, способствующих выражению вышеупомянутых видов агрессивного поведения у младших школьников, к числу которых относятся тревожность, страхи, негативное влияние социума, особенности работы нервной системы, воздействие онлайн-среды, фрустрация, завышенные ожидания, проявления возрастного кризиса, низкий уровень эмоционального интеллекта и другие. Рассмотрим некоторые из них, наиболее влияющие на агрессию.

Тревожность [7] играет значительную роль в проявлении агрессивного поведения. В данном контексте агрессия может рассматриваться как метод, позволяющий избежать тревоги. Например, принижение слабых людей помогает снизить чувство неуверенности, а в случае самоповреждений — служит средством самообвинения и наказания за субъективные промахи. Однако агрессия способна выполнять и положительную функцию, становясь защитным механизмом в ситуациях, вызывающих тревогу, и являясь эмоциональным выходом.

Основой страха, как ни парадоксально, является стремление сохранить тело и обеспечить безопасность как на физическом, так и на психологическом уровне. В этот период младшие школьники, как правило, испытывают страх быть отвергнутыми окружающими, потерпеть неудачу или стать объектом насмешек со стороны учителей и сверстников. В таких случаях агрессия может выступать как средство самозащиты. Столкнувшись с очередным страхом, ребенок может проявлять проактивное поведение, стараясь минимизировать его влияние на себя. Например, заметив одноклассников, которые могут снова причинить вред, младший школьник может выразить враждебность или даже применить физическую силу. В ситуации, когда он подходит к ужасающей темноте, его гнев может проявиться в раздражении.

Особенности нервной системы. По Павлову, нервная система обладает тремя основными свойствами: силой процессов возбуждения и торможения, уравновешенностью и подвижностью. В зависимости от сочетания этих свойств выделяется четыре основных типа, которые становятся биологической основой для формирования темперамента. Индивиды с преобладанием возбуждения могут демонстрировать более выраженное агрессивное поведение, так как им труднее контролировать свои действия по сравнению с теми, у кого доминирует торможение [8].

Влияние онлайн-сферы [9]. Виртуальные пространства предоставляют возможность не только защищаться от других, агрессивно настроенных людей, но и самим становиться инициаторами агрессивного поведения, исследуя границы дозволенного. Уровень анонимности и отсутствие физического взаимодействия могут снижать чувство ответственности, что в свою очередь ослабляет нравственно-моральные качества и способствует выражению всех форм агрессивного поведения.

Фрустрация — это психическое состояние, возникающее при невозможности удовлетворить свои потребности. В этом контексте агрессия становится помощником в осознании незакрытых потребностей: человек, испытывающий фрустрацию, может проявлять агрессию как против себя, так и по отношению к другим, включая её как защитный механизм.

Недооценка проблемы или чрезмерно высокие ожидания. Одним из факторов, способствующих агрессивному поведению, являются завышенные ожидания и недооценка своих возможностей. Например, когда младший школьник получает оценки ниже ожидаемых, он может либо испытывать расстройство, если приложил максимальные усилия, но не добился результата, либо гнев, если не достиг успеха, имея все ресурсы для этого.

Проявление возрастного кризиса семи лет зачастую связано с непослушанием и оспариванием требований родителей, так как в этот период ведущей деятельностью становится учеба, а значимым взрослым — педагог. Самостоятельность, которую начинает проявлять младший школьник, может выражаться в агрессии к родителям или членам семьи как средство отстаивания собственных интересов. Требовательность, присущая этому кризису, может проявляться в агрессивном поведении, возникающем в ответ на неадекватные реакции на его просьбы или команды.

Низкий уровень эмоционального интеллекта также связан с агрессией. Когда индивиду не хватает понимания своих эмоций, он не может адекватно интерпретировать, приемлема ли его эмоциональная реакция в данной ситуации. Также важно отметить, что агрессивное поведение может проявляться у людей с различным уровнем эмоционального интеллекта, однако более высокий уровень позволяет лучше контролировать свои эмоции и перенаправлять агрессию в социально приемлемое русло.

Авторитарный стиль воспитания является еще одной причиной формирования агрессивного поведения. В таких семьях родители часто игнорируют личностные и эмоциональные особенности своих детей, и пытаются «улучшить» их в соответствии со своими интересами, что может привести к состоянию фрустрации и возникновению агрессии. В авторитарных условиях у детей формируется тревожность и неуверенность в себе, и они могут

становиться без инициативными, развивая зависимое поведение. Смешанный стиль воспитания также неблагоприятен: если родители постоянно меняют свои требования и позиции, это может вызвать у детей растерянность, раздражительность и озлобление, так как они не могут понять, как правильно вести себя в сложившейся ситуации.

Заключение. Данная статья представляет собой логичное продолжение исследовательской деятельности, проведенной в контексте изучения вопроса агрессивного поведения младших школьников. Авторы рассмотрели ряд факторов, которые могут способствовать развитию деструктивного поведения у детей в возрасте от 7 до 10 лет, относящихся к младшему школьному возрасту согласно современной возрастной периодизации. Расширение базы данных о формировании агрессии у представителей данного возрастного периода является необходимым шагом для дальнейшего развития психодиагностического инструментария, а также для выработки профилактических и коррекционных стратегий. Полученные знания позволят психологам, педагогам и родителям более эффективно влиять на дальнейшее формирование личности детей, так как «проблема агрессии, возникающая в процессе функционирования и развития образовательной организации на фоне переживания подростками различных возрастных кризисов и критических состояний, в ряде случаев перерастает в явление буллинга» [12].

Список литературы

1. Карельская Л.П., Кулинцева Ю. Факторы, обуславливающие появление агрессивного поведения у детей младшего школьного возраста. *Экономика и социум*. 2015;6(19):46–49.
2. Фурманов И.А. *Детская агрессивность: психодиагностика и коррекция*. Минск: Ильин В.П.; 1996. 192 с.
3. Бреслав Г.Э. *Психологическая коррекция детской и подростковой агрессивности. Учебное пособие*. Санкт-Петербург: Издательство «Речь». 2006. 106 с.
4. Миллер У. Томас. School Violence and Primary Prevention. Сборник статей Springer. 2023. С. 460.
5. Мальком У., Андреас Ж.Б., Фишер В. К. Ways of aggression in children and adolescents. *Harvard Educational Review*. 2014. С. 53
6. Берковиц Л. Агрессивные сигналы в агрессивном поведении и катарсис враждебности. *Психологическое обозрение*. 1964;71(2):104–122.
7. Богомолова А.О. Тревожность, как фактор возможного агрессивного поведения в старшем подростковом возрасте. *Форум молодых ученых*. 2017;3(7):56–59.
8. Агаркова Е.В., Губаева Л.И., Колодийчук Е.В., Ермолова Л.С. Зависимость уровня агрессии и враждебности от типа темперамента и свойств нервной системы. *Журнал медицинский вестник северного Кавказа*. 2014;1:38–41.
9. Фетисова Т.А. Агрессивное поведение в интернет- коммуникации. Обзор. *Культурология*. 2018;4(87):185–197.
10. Костюнина Н.Ю., Лучинина А.О. *Превентивная педагогика и психология. Учебное пособие*. Казань: ООО Издательско-полиграфическая компания «Бриг», 2015. 144 с.
11. Тухужева Л.А., Бекулова И.З. Агрессивность в младшем школьном возрасте. *Вопросы науки и образования*. 2021;2(127):32–34.
12. Елагина М.Ю., Батюк Л.С. Особенности агрессивного поведения младших школьников. В: *сб. материалов всероссийской (национальной). науч.-практ. конференции «Актуальные проблемы науки и техники. 2024»*. Ростов-на-Дону: ДГТУ; 2024. С. 99–100.

Об авторах:

Марина Юрьевна Елагина, кандидат психологических наук, доцент кафедры общей и консультативной психологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), kochevanchik@mail.ru

Людмила Станиславовна Батюк, студентка факультета психологии, педагогики и дефектологии Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), amonrayoung@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Marina Yu. Elagina, Cand.Sci. (Psychology), Associate Professor of the General and Consultative Psychology Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), kochevanchik@mail.ru

Lyudmila S. Batyuk, Student of the Psychology, Pedagogy and Defectology Faculty, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), amonrayoung@gmail.com

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.