

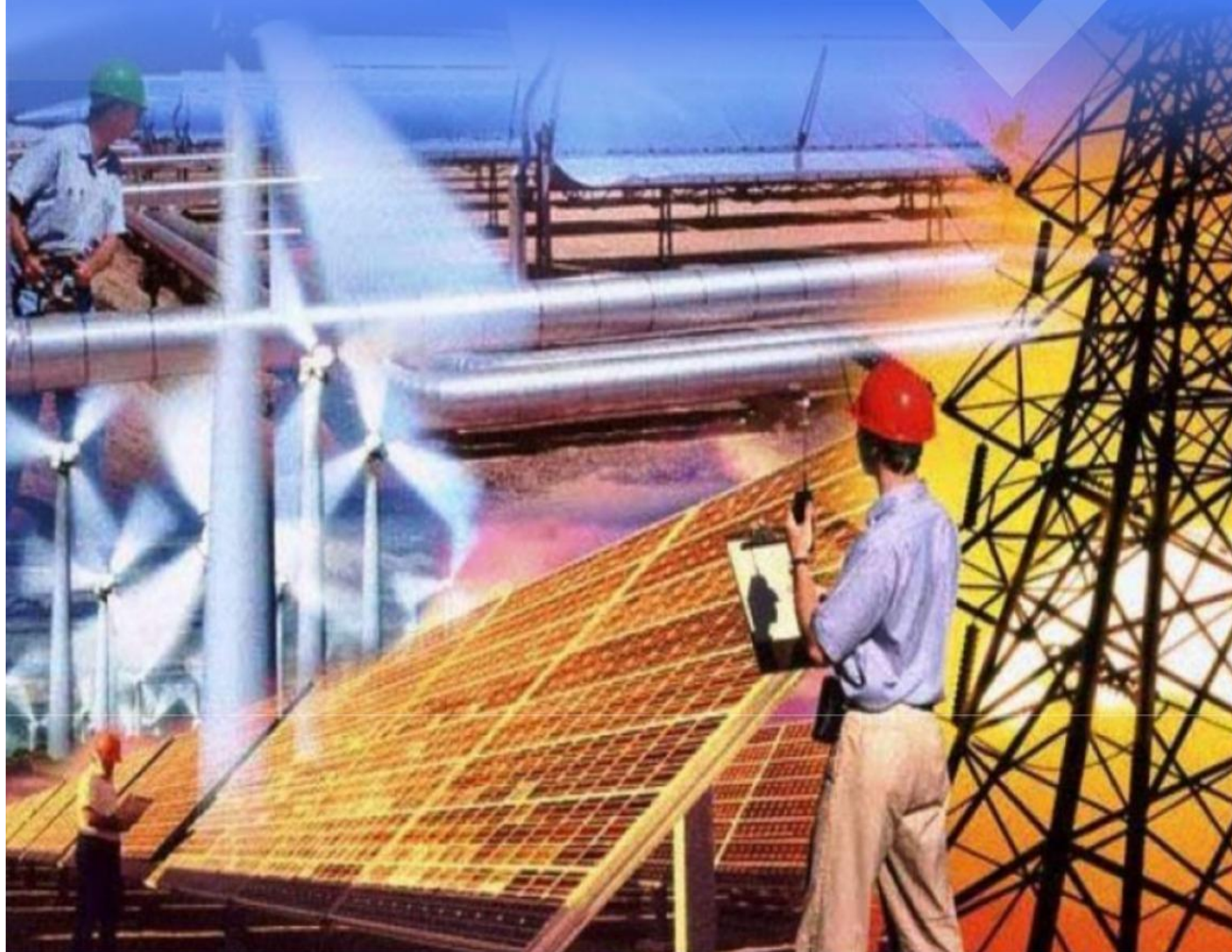


Korkyt Ata University
Since 1937

ТЕХНИКА
ғылымдары және
ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN 2959-8311 (print)
ISSN 3006-1733 (online)
№3, (07)
2024

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ



ISSN 2959-8311 (print)
ISSN 3006-1733 (online)

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (06), 2024

2023 жылдан бастап шығады
Выходит с 2023 года
Founded in 2023

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Issued quarterly

**Қызылорда/Қызылорда/Kyzylorda
2024**

Редакция алқасы

- | | | |
|------------------|---|---|
| Таңжарықов П.Ә. | - | ғылыми редактор, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Бисенов Қ.А. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Ұлттық ғылым академиясының академигі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Астанакулов К.Д. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, «Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты» Ұлттық зерттеу университеті, Өзбекстан Республикасы |
| Гильманшин Р. И. | - | техника ғылымдарының кандидаты, доцент, А.Н.Туполев атындағы Қазан ұлттық техникалық зерттеу университеті, Ресей Федерациясы |
| Монтаев С.А. | - | техника ғылымдарының докторы, профессор, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан Республикасы |
| Удербаяев С.С. | - | техника ғылымдарының докторы, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |
| Темирбек А. | - | жауапты хатшы, PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы |

Редакционная коллегия

- | | | |
|------------------|---|--|
| Таңжарықов П.А. | - | научный редактор, кандидат технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Бисенов К.А. | - | доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Астанакулов К.Д. | - | доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Республика Узбекистан |
| Гильманшин И.Р. | - | кандидат технических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, Российская Федерация |
| Монтаев С.А. | - | доктор технических наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан |
| Удербаяев С.С. | - | доктор технических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |
| Темирбек А. | - | ответственный секретарь, PhD, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан |

Editorial Board

- | | | |
|------------------|---|---|
| Tanzharykov P.A. | - | executive editor, Candidate of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |
| Bisenov K.A. | - | Doctor of technical sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |
| Astanakulov K.D. | - | Doctor of technical sciences, professor, "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" National Research University, Republic of Uzbekistan |
| Gilmanshin I.R. | - | Candidate of technical sciences, associate professor, Kazan National Technical Research University named after A.N. Tupolev, Russian Federation |
| Montayev S.A. | - | Doctor of technical sciences, professor, Zhangir Khan Agrarian-Technical University of West Kazakhstan, Republic of Kazakhstan |
| Uderbayev S.S. | - | Doctor of technical sciences, associate professor, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan. |
| Temirbek A. | - | executive Secretary, Doctor of Philosophy, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan |

Баспа атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Наименование издателя – «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Қызылорда, Республика Казахстан

Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУДОВОЙ АДАПТАЦИИ В ГЛОБАЛЬНОМ И ЛОКАЛЬНОМ КОНТЕКСТЕ

Толеген А.Е., докторант

aiym-tolegen@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1610-7104>

Бисембаева Д.К., магистрант

bisembaeva0405@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-9111-941X>

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия,
Татарстан*

Аннотация. В данной статье представлен обзор ключевых исследований и современных направлений развития психологии труда. Рассматриваются исторические аспекты становления дисциплины, влияние цифровизации на профессиональную деятельность, а также перспективы интеграции теоретических и прикладных подходов в условиях динамично меняющейся профессиональной среды. Особое внимание уделяется методам исследования в психологии труда, включая тестирование и анализ результатов деятельности, с предоставлением примеров таблиц и исследовательских данных.

В условиях стремительно меняющегося мира психология труда сталкивается с рядом глобальных вызовов: цифровизация, удаленная занятость, профессиональное выгорание, нестабильность рынка труда. Наряду с этим, в различных странах и культурах формируются локальные практики адаптации работников и организаций к новым реалиям. Данная статья представляет собой синтез современных исследований в области психологии труда, направленный на выявление общих закономерностей и уникальных особенностей, обусловленных социокультурным и экономическим контекстом.

Современный рынок труда переживает кардинальные изменения под влиянием глобальных трансформаций — цифровизации, гибридизации занятости, нестабильности экономических условий и роста психологических рисков среди работников. Эти вызовы требуют переосмысления традиционных подходов в психологии труда и разработки новых стратегий адаптации. Настоящая статья представляет собой аналитический обзор современных отечественных и зарубежных исследований, направленных на выявление как универсальных тенденций, так и специфики локальных практик в области психологической поддержки работников.

Ключевые слова: психология труда, трудовая мотивация, профессиональное выгорание, эмоциональный интеллект, организационная культура, профессиональное развитие, организационное поведение, трудовое благополучие, цифровизация, гибридная занятость.

Введение. Психология труда как отрасль прикладной психологии изучает психологические закономерности процессов труда и профессиональной деятельности человека, его формирования и развития как субъекта труда. В современном мире, характеризующемся стремительными технологическими изменениями и глобализацией, психология труда приобретает особую актуальность, способствуя повышению эффективности и удовлетворенности трудовой деятельностью. Историческое развитие психологии труда тесно связано с эволюцией инженерной психологии и эргономики. В России становление этих дисциплин происходило во второй половине XX — начале XXI века, отражая изменения в понимании предмета и задач каждой из них. Исследования в данной области способствуют более глубокому пониманию взаимодействия человека и техники, а также оптимизации рабочих процессов.

В условиях цифровизации и инновационных процессов психология труда сталкивается с новыми вызовами. Современные исследования акцентируют внимание на адаптации работников к динамично изменяющейся профессиональной и организационной среде, развитии саморегуляции и повышении эффективности труда. Особое значение приобретает способность профессионалов к самоорганизации при работе в напряженных

условиях, а также изменение характера «психологического контракта» между работником и организацией [1-4].

Переход к Индустрии 4.0, характеризующийся интеграцией цифровых технологий в производственные процессы, оказывает значительное влияние на психологию труда. Новые условия требуют от работников развития когнитивных и поведенческих аспектов вовлеченности, способности к межгрупповой адаптации и критическому мышлению. Психология труда в этом контексте направлена на помощь в преодолении ментальных барьеров между учеными, предпринимателями и государственными структурами, а также на исследование взаимосвязи между субъективным благополучием персонала и организационной культурой.

Материалы и методы. *Основная часть.* Психология труда использует разнообразные методы для изучения и оптимизации трудовой деятельности человека. Рассмотрим основные из них с предоставлением примеров таблиц и исследовательских данных (Рисунок 1).

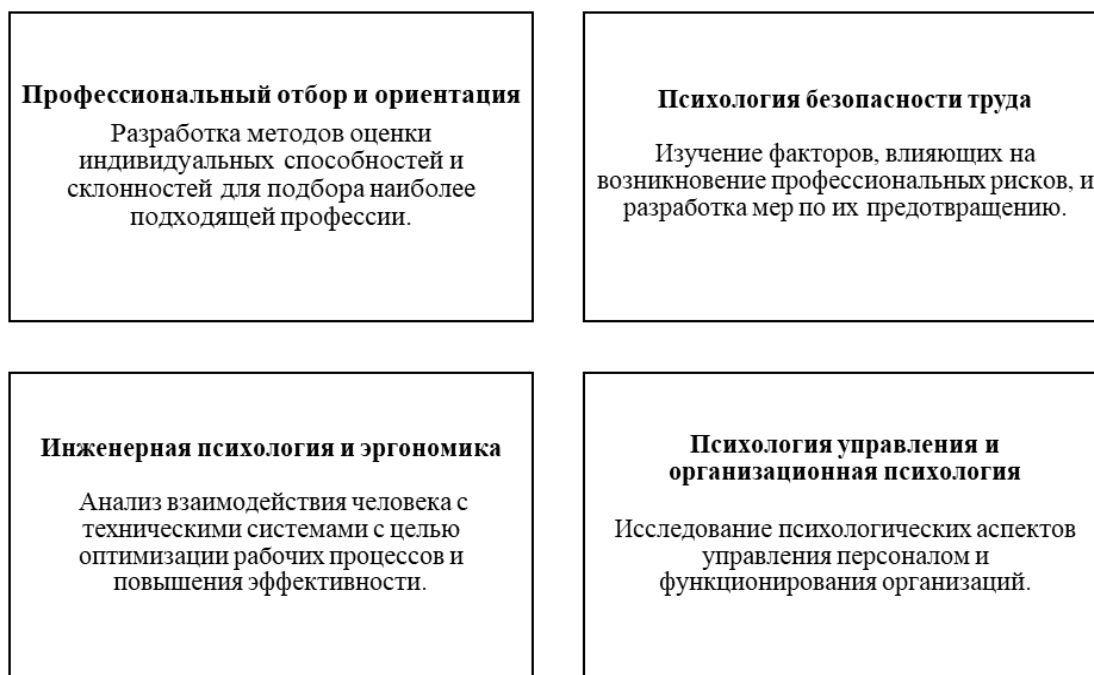


Рисунок 1 – Основные направления психологии труда

В условиях цифровизации и инновационных процессов психология труда сталкивается с новыми вызовами. Исследования акцентируют внимание на адаптации работников к динамично изменяющейся профессиональной и организационной среде, развитии саморегуляции и повышении эффективности труда.

Одной из актуальных задач является интеграция общепсихологической теории деятельности с прикладными аспектами психологии труда. Практические задачи, выходящие за рамки обучения и развития, требуют разработки специальных научных концепций, дополняющих общепсихологическую теорию деятельности.

Психология труда использует разнообразные методы для изучения и оптимизации трудовой деятельности человека. Рассмотрим основные из них на конкретных примерах (Рисунок 2) [5-8].

1. Наблюдение Систематическое и целенаправленное восприятие поведения работников в их естественной рабочей среде позволяет выявить реальные условия труда и взаимодействия.

Пример: Психолог проводит наблюдение за работой сотрудников на конвейерной линии, фиксируя время выполнения операций, частоту ошибок и взаимодействие между

коллегами. Это помогает определить узкие места в процессе и предложить улучшения для повышения эффективности.

2. Эксперимент. Метод активного вмешательства исследователя в процесс труда с целью выявления причинно-следственных связей между различными факторами и результатами деятельности. *Пример:* В лабораторных условиях создается ситуация, имитирующая стрессовые факторы, чтобы изучить их влияние на внимание и производительность сотрудников. Результаты помогают разработать рекомендации по снижению стресса на рабочем месте.

3. Тестирование. Использование стандартизированных методик для оценки индивидуально-психологических характеристик работников, таких как интеллект, личностные особенности и профессиональные навыки.

Пример: При подборе кандидатов на должность менеджера по продажам применяется тест на эмоциональный интеллект, что позволяет определить способность соискателя эффективно взаимодействовать с клиентами и коллегами.

4. Анкетирование и интервью. Сбор информации о субъективных оценках и мнениях работников относительно различных аспектов труда через письменные опросники или личные беседы.

Пример: Проведение анонимного анкетирования среди сотрудников компании для оценки удовлетворенности условиями труда и выявления областей, требующих улучшения.

5. Анализ продуктов деятельности. Изучение результатов труда работников (отчетов, проектов, коммуникаций) для оценки качества и эффективности их деятельности.

Пример: Анализ письменных отчетов сотрудников бухгалтерии позволяет выявить типичные ошибки и разработать тренинг по улучшению качества отчетности.

6. Социометрия. Оценка межличностных отношений и структуры социальных связей внутри коллектива для понимания динамики группы и выявления лидеров мнений.

Пример: Проведение социометрического теста в отделе маркетинга помогает определить неформальные группы и улучшить коммуникацию между сотрудниками.

Современная психология труда сталкивается с необходимостью реагировать на быстро меняющиеся условия труда, вызванные глобальными трансформациями — цифровизацией, гибридизацией рабочих процессов, нестабильностью экономической среды и ростом психоэмоциональной нагрузки на работников. Эти вызовы ставят под сомнение эффективность традиционных подходов в анализе профессионального поведения и требуют выработки новых стратегий поддержки трудовой активности и благополучия. На этом фоне возрастает значимость как теоретических, так и прикладных исследований, направленных на изучение механизмов адаптации, мотивации и психологической устойчивости работников в условиях изменений [9-13].

Одним из ключевых глобальных факторов, изменяющих структуру труда, является цифровизация. Автоматизация рутинных задач, внедрение искусственного интеллекта и дистанционных платформ трансформируют не только содержание труда, но и способы взаимодействия между сотрудниками и руководством.

Это приводит к увеличению когнитивной нагрузки, необходимости освоения новых навыков, а также к изменениям в системе контроля и оценки результатов. В условиях удалённой и гибридной занятости возникают дополнительные психологические риски, включая социальную изоляцию, снижение организационной приверженности и размывание границ между профессиональной и личной жизнью. Согласно ряду исследований, удалённая работа может как повышать удовлетворённость трудом, так и усиливать тревожность и утомление, особенно при отсутствии чёткой организационной поддержки и саморегуляции [14-16].

Параллельно с технологическими изменениями усиливается феномен профессионального выгорания.

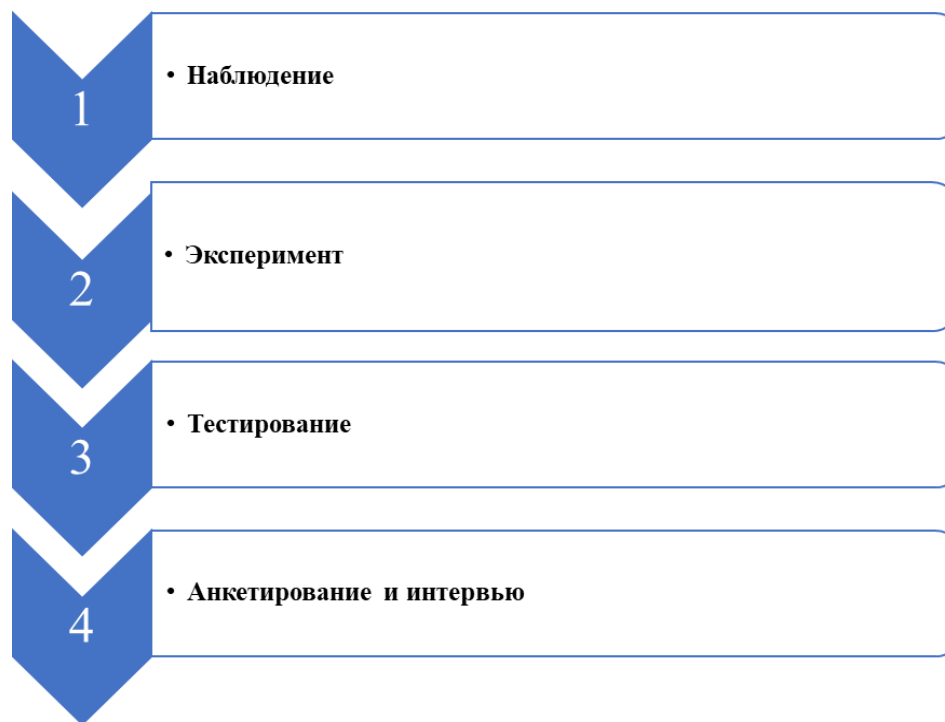


Рисунок 2 – Методы исследования в психологии труда

Всемирная организация здравоохранения в 2019 году официально признала выгорание профессиональным синдромом, связанным с хроническим стрессом на рабочем месте. Особенно уязвимыми оказались специалисты помогающих профессий — врачи, педагоги, психологи, а также сотрудники ИТ сферы. Выгорание сопровождается снижением эффективности, эмоциональным истощением и деперсонализацией, что требует комплексных программ профилактики и вмешательства.

Результаты и обсуждение. Таким образом, синтез современных исследований в области психологии труда позволяет выделить несколько ключевых направлений: изучение воздействия глобальных вызовов на психологическое состояние работников; адаптация теоретических моделей к новым реалиям труда; развитие интервенционных программ, учитывающих как глобальные тенденции, так и локальные особенности. Особую ценность приобретают междисциплинарные подходы, объединяющие достижения психологии, менеджмента, социологии и цифровых технологий.

Тестирование является одним из ключевых методов в психологии труда, позволяющим оценить различные психологические характеристики работников. Например, для оценки ситуативной тревожности может использоваться методика Ч.Д.Спилбергера, адаптированная Ю.Л. Ханиным. Ниже представлена примерная форма бланка для испытуемых (Рисунок 3).

Психология труда продолжает развиваться, отвечая на вызовы современного общества. Ее исследования способствуют созданию благоприятных условий труда, повышению эффективности и безопасности профессиональной деятельности, а также гармонизации отношений в трудовых коллективах.

На фоне глобальных тенденций важным направлением остаётся изучение локальных практик, отражающих культурные, экономические и организационные особенности конкретных регионов. Культурный контекст играет ключевую роль в формировании трудовой мотивации, системы ценностей и способов управления стрессом. Например, в странах Восточной Азии наблюдается высокая степень коллективизма, что способствует более устойчивым формам командного взаимодействия, тогда как в индивидуалистических культурах Запада акцент делается на личную ответственность и автономию. Эти различия должны учитываться при разработке универсальных моделей организационного поведения и адаптационных стратегий.

№	Суждение	Нет, это не так	Пожалуй, так	Верно	Совершенно верно
1	Я спокоен	1	2	3	4
2	Мне ничто не угрожает	1	2	3	4
3	Я нахожусь в напряжении	1	2	3	4
4	Я внутренне скован	1	2	3	4
5	Я чувствую себя свободно	1	2	3	4
6	Я расстроен	1	2	3	4
7	Меня волнуют возможные неудачи	1	2	3	4
8	Я ощущаю душевный покой	1	2	3	4
9	Я встревожен	1	2	3	4
10	Я испытываю чувство внутреннего удовлетворения	1	2	3	4
11	Я уверен в себе	1	2	3	4
12	Я нервничаю	1	2	3	4
13	Я не нахожу себе места	1	2	3	4
14	Я взвинчен	1	2	3	4
15	Я не чувствую скованности, напряжённости	1	2	3	4
16	Я доволен	1	2	3	4
17	Я озабочен	1	2	3	4
18	Я слишком возбуждён, и мне не по себе	1	2	3	4
19	Мне радостно	1	2	3	4
20	Мне приятно	1	2	3	4

Рисунок 3 – Тестирование в психологии труда

Многие организации начинают внедрять программы психологического благополучия, ориентированные на профилактику стресса, развитие эмоционального интеллекта, обучение гибким навыкам (soft skills) и повышение уровня вовлечённости. Такие инициативы демонстрируют положительное влияние на уровень удовлетворённости работой, снижение текучести кадров и рост производительности. Важную роль играют корпоративные тренинги, коучинг, менторство, а также использование цифровых платформ для саморазвития и поддержки психического здоровья.

Выводы. В условиях глобальных трансформаций труда психология труда приобретает особую значимость как наука, способная выявлять, объяснять и формировать эффективные стратегии адаптации работников к новым реалиям. Синтез современных исследований свидетельствует о глубоком воздействии цифровизации, гибридных форм занятости и нестабильности на психологическое состояние персонала, особенно в контексте роста профессионального выгорания и снижения мотивации. Вместе с тем, локальные практики — корпоративные инициативы, культурно-специфические подходы к управлению, программы развития благополучия — демонстрируют потенциал для создания устойчивых моделей трудовой деятельности.

Научный и практический интерес представляют дальнейшие междисциплинарные исследования, объединяющие психологические, социологические и управленческие подходы к изучению труда. Разработка ориентированных на контекст интервенций, основанных на научных данных, позволит повысить эффективность организационных решений и создать условия для сохранения психического здоровья и профессионального развития сотрудников.

Таким образом, в современных условиях психология труда должна выступать не только в роли аналитика происходящих изменений, но и как активный участник формирования гуманной, адаптивной и устойчивой трудовой среды.

Литературы

- [1] **Носкова, О.Г.** Психология труда. – Человек. Сообщество. Управление, 2010. – С. 64–72.
- [2] **Барабанщикова, В.В.,** Кузнецова А.С. Современные тенденции в развитии психологических исследований труда и трудящегося в динамичной профессиональной и организационной среде // Национальный психологический журнал, 2022. – № 4 (48). – С. 3–8.
- [3] **Кузнецова, М.С.,** Климов Е.А. Психологические науки о труде и трудящихся в Московском университете: к 50-летию кафедры психологии труда и инженерной психологии // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология, 2016. – № 2. – С. 3–20.
- [4] **Толочек, В.А.** Современная психология труда. // Учебное пособие. – М.: Институт психологии РАН, 2015.
- [5] **Богданова, В.Е.** 12:04 Взаимосвязь индивидуально-личностных особенностей работников локомотивных бригад с безопасностью и эффективностью деятельности. – Международный научно-исследовательский журнал, 2025. – № 1 (151). – С. 50–60.
- [6] **Кандыбович, С. Л.,** Разина Т. В., Семчук И. В. Формирование и прогноз развития профессионально важных качеств в период первичной профессионализации // Ярославский педагогический вестник, 2024. – № 2 (137). – С. 137–142.
- [7] **Брудный, А.А.** Психология труда и инженерная психология. – М.: Академический проект, 2020. – 352 с.
- [8] **Зинченко, Ю.П.,** Мазиллов В.А. Методология и теория современной психологии. – М.: Юрайт, 2021. – 416 с.
- [9] **Маслач, К.,** Лейтер М.П. Понимание выгорания: как справиться с профессиональным истощением. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 304 с.
- [10] World Health Organization. Burn-out an “occupational phenomenon”. – International Classification of Diseases. Geneva: WHO, 2019. URL: <https://www.who.int/> (дата обращения: 22.05.2025).
- [11] **Brynjolfsson, E.,** McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. – New York: W. W. Norton & Company, 2016. – 320 p.
- [12] **Wang, B.,** Liu Y., Qian J., Parker S.K. Achieving effective remote working during the COVID-19 pandemic: A work design perspective // Applied Psychology, 2021. – Vol. 70, No. 1. – P. 16–59. <https://doi.org/10.1111/apps.12290>
- [13] **Hofstede, G.,** Hofstede G. J., Minkov M. Cultures and Organizations: Software of the Mind. - 3rd ed. // New York: McGraw-Hill, 2010. – 576 p.
- [14] **Bakker, A. B.,** Demerouti E. Job Demands–Resources Theory: Taking Stock and Looking Forward // Journal of Occupational Health Psychology, 2017. – Vol. 22, No. 3. – P. 273–285.
- [15] **Климов, Е. А.** Психология профессионального самоопределения. – М.: Изд-во МГУ, 2021. – 288 с.
- [16] **Гребенников, И.В.,** Щербаков В.А. Цифровизация труда и вызовы для организационной психологии. – Вестник психологии и управления, 2023. – № 4(30). – С. 45–58.

References:

- [1] **Noskova, O.G.** Psihologiya truda // CHelovek. Soobshchestvo. Upravlenie, 2010. – S. 64–72. [in Russian]
- [2] **Barabanshchikova, V.V.,** Kuznecova, A.S. Sovremennye tendencii v razvitii psihologicheskikh issledovanij truda i trudyashchegosya v dinamichnoj professional'noj i organizacionnoj srede. – Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal, 2022. – № 4 (48). – S. 3–8. [in Russian]
- [3] **Kuznecova, M.S.,** Klimov, E.A. Psihologicheskie nauki o trude i trudyashchihsya v Moskovskom universitete: k 50-letiyu kafedry psihologii truda i inzhenernoj psihologii. – Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14: Psihologiya, 2016. – № 2. – S. 3–20. [in Russian]
- [4] **Tolochek, V.A.** Sovremennaya psihologiya truda: Uchebnoe posobie. – M.: Institut psihologii RAN, 2015. [in Russian]
- [5] **Bogdanova, V.E.** 12:04 Vzaimosvyaz' individual'no-lichnostnyh osobennostej rabotnikov lokomotivnyh brigad s bezopasnost'yu i effektivnost'yu deyatelnosti. – Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2025. – № 1 (151) – S. 50–60. [in Russian]

- [6] **Kandybovich, S.L.,** Razina, T.V., Semchuk, I.V. Formirovanie i prognoz razvitiya professional'no vazhnykh kachestv v period pervichnoj professionalizacii. – Yaroslavskij pedagogicheskij vestnik, 2024. – № 2 (137). – S. 137–142. [in Russian]
- [7] **Brudnyj, A.A.** Psihologiya truda i inzhenernaya psihologiya. – M.: Akademicheskij proekt, 2020. – 352 s. [in Russian]
- [8] **Zinchenko, YU.P.,** Mazilov, V.A. Metodologiya i teoriya sovremennoj psihologii. – M.: YUrajt, 2021. – 416 s. [in Russian]
- [9] **Maslach, K.,** Lejter M.P. Ponimanie vygoraniya: kak spravlyat'sya s professional'nym istoshcheniem. – M.: Al'pina Publisher, 2022. – 304 s.
- [10] World Health Organization. Burn-out an “occupational phenomenon” // International Classification of Diseases. Geneva: WHO, 2019. URL: <https://www.who.int/> (дата обращения: 22.05.2025).
- [11] **Brynjolfsson, E.,** McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. – New York: W. W. Norton & Company, 2016. – 320 p.
- [12] **Wang, B.,** Liu Y., Qian J., Parker S.K. Achieving effective remote working during the COVID-19 pandemic: A work design perspective // Applied Psychology, 2021. – Vol. 70, No. 1. – P. 16–59. <https://doi.org/10.1111/apps.12290>
- [13] **Hofstede, G.,** Hofstede G. J., Minkov M. Cultures and Organizations: Software of the Mind. – 3rd ed. // New York: McGraw-Hill, 2010. – 576 p.
- [14] **Bakker, A. B.,** Demerouti E. Job Demands–Resources Theory: Taking Stock and Looking Forward // Journal of Occupational Health Psychology, 2017. – Vol. 22, No. 3. – P. 273–285.
- [15] **Klimov, E.A.** Psihologiya professional'nogo samoopredeleniya. – M.: Izd-vo MGU, 2021. – 288 s. [in Russian]
- [16] **Grebennikov, I.V.,** Sherbakov, V.A. Cifrovizaciya truda i vyzovy dlya organizacionnoj psihologii. – Vestnik psihologii i upravleniya, 2023. – № 4(30). – S. 45–58. [in Russian]

ЖАҢАНДЫҚ ЖӘНЕ ЖЕРГІЛІКТІ ЖАҒДАЙЛАРДА ЕҢБЕККЕ БЕЙІМДЕЛДІ ЗЕРТТЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

**Төлеген А. Е., докторант
Бисембаева Д. К., магистрант**

Қазан ұлттық технологиялық зерттеу университеті, Қазан қ., Ресей, Татарстан

Андатпа. Бұл мақалада еңбек психологиясын дамытудың негізгі зерттеулері мен заманауи бағыттарына шолу берілген. Пәннің қалыптасуының тарихи аспектілері, цифрландырудың кәсіби қызметке әсері, сондай-ақ динамикалық өзгеретін кәсіби орта жағдайында теориялық және қолданбалы тәсілдерді интеграциялау перспективалары қарастырылады. Еңбек психологиясындағы зерттеу әдістеріне, соның ішінде тестілеу мен қызмет нәтижелерін талдауға, кестелер мен зерттеу деректерінің мысалдарын ұсынуға ерекше назар аударылады.

Жылдам өзгеріп жатқан әлем жағдайында еңбек психологиясы бірқатар жаһандық сын-қатерлерге тап болады: цифрландыру, қашықтан жұмыспен қамту, кәсіби күйіп қалу, еңбек нарығының тұрақсыздығы. Сонымен қатар, әртүрлі елдер мен мәдениеттерде қызметкерлер мен ұйымдарды жаңа шындыққа бейімдеудің жергілікті тәжірибелері қалыптасуда. Бұл мақала әлеуметтік-мәдени және экономикалық контекстке байланысты жалпы заңдылықтар мен ерекше ерекшеліктерді анықтауға бағытталған еңбек психологиясы саласындағы заманауи зерттеулердің синтезі болып табылады.

Қазіргі еңбек нарығы жаһандық трансформациялардың — цифрландырудың, жұмыспен қамтуды будандастырудың, экономикалық жағдайлардың тұрақсыздығының және қызметкерлер арасындағы психологиялық тәуекелдердің өсуінің әсерінен түбегейлі өзгерістерге ұшырауда. Бұл қиындықтар еңбек психологиясындағы дәстүрлі тәсілдерді қайта қарастыруды және бейімделудің жаңа стратегияларын әзірлеуді талап етеді. Бұл мақала қызметкерлерді психологиялық қолдау саласындағы әмбебап тенденцияларды да, жергілікті тәжірибелердің ерекшеліктерін де анықтауға бағытталған заманауи отандық және шетелдік зерттеулерге аналитикалық шолу болып табылады.

Тірек сөздер: еңбек психологиясы, еңбек мотивациясы, кәсіптік сарқылу, эмоционалды интеллект, ұйымдастырушылық мәдениет, кәсіптік даму, ұйымдастырушылық мінез-құлық, еңбек әл-ауқаты, цифрландыру, гибридті жұмыспен қамту.

MODERN METHODS OF RESEARCHING LABOUR ADAPTATION IN A GLOBAL AND LOCAL CONTEXT

Tolegen A. E., Doctoral Student
Bisembaeva D. K., Master's student

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia, Tatarstan

Annotation. This article provides an overview of the latest research and trends in occupational psychology. It considers the historical aspects of the discipline's formation, the impact of digitalisation on professional activity and the prospects for integrating theoretical and applied approaches in a dynamically changing professional environment. Particular focus is given to research methods in occupational psychology, including testing and performance analysis, and examples of tables and research data are provided.

In an ever-changing world, occupational psychology is confronted with several global challenges, including digitalisation, remote employment, professional burnout and labour market instability. Alongside this, local practices for the adaptation of workers and organisations to new realities are emerging in different countries and cultures. This article synthesises contemporary research in labour psychology to identify common patterns and unique features resulting from socio-cultural and economic contexts.

The contemporary labour market is undergoing dramatic changes due to global transformations, such as digitalisation, the hybridisation of employment, the instability of economic conditions, and the increased psychological risks faced by workers. These challenges necessitate a rethink of traditional work psychology approaches and the development of new adaptation strategies. This article provides an analytical review of modern domestic and foreign studies, with the aim of identifying both universal trends and the specifics of local practices in the field of psychological support for workers.

Keywords: work psychology, work motivation, professional burnout, emotional intelligence, organisational culture, professional development, organisational behaviour, work well-being, digitalisation, hybrid employment.

MODERN METHODS OF MACHINE LEARNING AND ANALYTICS

Dautbayeva A.O., Candidate of technical sciences, associate professor

aicos@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2487-0687>

Kanatuly Sh., Master's student

serik-kaz@mail.ru

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

Annotation. The article proposes algorithms for processing big data to optimize business processes. The methods of data integration, distributed computing and machine learning for analysis and forecasting are considered. Testing on business cases has shown cost reduction and increased accuracy of solutions, confirming the practical value of the developed approaches. In the modern world, the volume of data is growing exponentially, thanks to the development of technology and the ubiquity of digital devices. Petabytes of information are generated daily: This is data from social networks, electronic devices, online stores, IoT sensors, banking transactions and many other sources. This scale requires new approaches to data collection, storage, processing and analysis.

Big Data has become a key asset for businesses. Their use allows you to identify hidden patterns, develop personalized offers, predict demand and minimize risks. Big data plays an important role in strategic planning, improving efficiency and optimizing business processes. Effective work with big data requires the use of complex algorithms and technologies such as distributed computing, machine learning and streaming processing. These algorithms must be accurate and scalable in order to adapt to changes in data and take into account the specifics of business processes. However, with the growth of data volumes, companies are faced with the problems of processing heterogeneous and fast-arriving information, lack of computing power and the complexity of data integration. The implementation of data processing algorithms into real business processes will provide the company with competitive advantages by increasing operational efficiency, reducing risks and optimizing all key operations.

Keywords: Big data, algorithms, optimization, business processes, machine learning.

Introduction. Big data plays an important role in strategic planning, increasing efficiency, and optimizing business processes. However, as data volumes grow, companies encounter challenges in processing heterogeneous and fast-arriving information, limited computing resources, and data integration complexity [1]. Effective big data work requires complex algorithms and technologies such as distributed computing, machine learning, and stream processing. These algorithms must be accurate and scalable to adapt to data changes and accommodate the specifics of business processes [2].

The aim of this work is to develop big data processing algorithms enabling companies to optimize key business processes. Implementation of such algorithms aims to reduce costs, increase productivity, and provide competitive advantages in the rapidly evolving digital economy.

Materials and Methods. The relevance of this research stems from the need to improve efficiency and automate business processes amid global digital transformation. Modern companies seeking to enhance competitiveness face several challenges requiring solutions for successful big data technology adoption. First, large volumes of heterogeneous data arriving from various sources require new processing approaches. Data can be structured, semi-structured, or unstructured, complicating integration and analysis. Companies need algorithms capable of efficiently processing such data and extracting valuable business insights [3]. Second, limited resources for real-time data processing and analysis hinder timely decision-making. To stay competitive, organizations must be able to promptly respond to market changes, necessitating algorithms capable of efficient real-time data processing. Third, integration difficulties with data from diverse sources become increasingly critical. Companies use many data management systems (CRM, ERP, IoT, social networks, etc.), and effective analysis requires unifying these data, calling for universal solutions.

The algorithms developed in this study address these problems, providing efficient processing of large heterogeneous data volumes, resource optimization, and improved integration of different information sources. Implementing these technologies into business processes will form a foundation for more effective decision-making and increased competitiveness in the digital economy.

Current Trends in AI Applications in Education

- **Adaptive Educational Platforms:** One main trend is developing adaptive platforms that use machine learning algorithms to analyze learner data and provide personalized educational content and tasks tailored to each student's knowledge level and needs.
- **Intelligent Tutors:** AI is used to create intelligent tutors—software systems capable of interactive student teaching, offering explanations, hints, and feedback. These tutors are effective for both remote and traditional learning.
- **Automation of Assessment and Feedback:** AI automates grading and feedback. Automated checking systems reduce teacher workload and provide rapid feedback for students.
- **Performance Prediction and Curriculum Adaptation:** Data analytics and machine learning enable predicting student performance and adjusting curricula, helping to identify problem areas early and provide additional support.
- **Use of Virtual and Augmented Reality:** VR and AR gain popularity in education, with AI enhancing their effectiveness by adapting virtual environments to individual needs or creating augmented reality for interactive learning scenarios.

These trends illustrate how AI transforms education, making it more effective, accessible, and personalized.

Objectives and Tasks

1. Analyze current approaches and tools for big data processing. This involves reviewing modern technologies like Apache Hadoop, Apache Spark, Flink, Kafka, focusing on distributed computing and stream processing essential for effective real-time handling of large data volumes. For example, using Apache Spark to analyze real-time transaction data in online stores for customer behavior prediction.

2. Identify key performance metrics for business processes that can be optimized via data analysis. This stage determines the most important metrics for assessing business process efficiency and potential improvements through data analysis. For logistics, this could be delivery time or transport cost; for sales—conversion rate or average check. Customer satisfaction and staff productivity metrics are also critical. These will guide the development of optimization algorithms.

3. Develop algorithms considering the specifics of big data processing, such as distributed computing and data streaming. This phase focuses on creating algorithms capable of handling large data volumes efficiently using distributed computing technologies (e.g., MapReduce in Hadoop) [4] and stream processing (e.g., Apache Kafka, Apache Flink) to enable real-time data handling under high loads [5].

4. Test the algorithms on real or synthetic data modeled for business cases. Testing on synthetic or real logistics data (routes and delivery times) or sales and customer behavior data will evaluate algorithm effectiveness in handling big data and supporting operational decisions. For example, testing algorithms on synthetic purchase data to optimize store inventory.

5. Evaluate solution effectiveness regarding time, financial, and resource cost reduction. Experiments and comparisons with existing solutions will assess processing time reduction, cost savings, improved forecast accuracy, and decreased errors. For instance, comparing Apache Spark-based algorithms to traditional methods in processing speed or stream processing effectiveness versus batch processing.

Results and Discussion. The research uses a comprehensive approach including data collection and analysis, algorithm development, and effectiveness evaluation. Key methodology steps:

Data Collection: Data sources include various corporate systems such as CRM (customer interaction tracking), supply chain management (logistics and delivery monitoring), sales data (demand and trends analysis), and IoT (sensor and device information). ETL (Extract, Transform, Load) processes will integrate heterogeneous data by extracting from diverse systems, converting to a unified format, and loading into a data warehouse for analysis.

Data Analysis: Machine learning methods like clustering, regression, and classification will reveal hidden patterns, enabling forecasting, dependency detection, and process optimization.

Statistical methods will support time series analysis (e.g., demand forecasting) and trend/anomaly detection necessary for informed decision-making.

Algorithm Development: Distributed computing approaches such as MapReduce and Apache Spark [6] will enable parallel processing of large data volumes, ensuring fast computation and high-load real-time processing. Algorithms will target specific business tasks: optimizing delivery routes (reducing time and logistics costs), demand forecasting (improving inventory and production planning), and marketing/customer service process optimization. Algorithms will consider business specifics and be integrable with existing corporate systems.

Effectiveness Evaluation: Testing on real or synthetic data simulating business scenarios will verify algorithm performance in near-real conditions. Key performance indicators:

- Reduced data processing time to accelerate decision-making and operational management.
- Resource cost savings via logistics optimization, data storage cost reduction, or marketing campaign efficiency.
- Increased forecast accuracy for better planning and minimized demand/customer behavior risks.

This methodology offers a structured and comprehensive approach to developing effective big data processing algorithms, enabling significant business process optimization and efficiency gains.

Technologies and Tools

Successful algorithm development for business process optimization requires modern technologies, tools, and platforms, each playing a role at different data stages—from collection and storage to processing, analysis, and visualization. Below is an overview of their use:

- *Platforms: Apache Hadoop, Apache Spark.* These platforms support distributed storage and processing of large data volumes. Hadoop Distributed File System (HDFS) distributes data across multiple servers for efficient management of large heterogeneous datasets. MapReduce runs computations on distributed infrastructure, crucial for tasks like analyzing large transactional data or log processing. Hadoop accelerates processing and analysis, ensuring scalability for large complex datasets [7-9]. For big data processing algorithms that significantly impact business process optimization, parallel data processing improves performance and scalability. For example, code for optimizing logistics—computing best delivery routes using a nearest neighbor algorithm in a distributed Apache Spark environment (Figure 1).

Spark will be used for real-time data processing and complex analytical tasks such as machine learning and stream processing. Unlike Hadoop, Spark processes data in memory, which significantly speeds up operations. We will apply Spark for tasks such as demand forecasting, delivery route optimization, and real-time data processing—for example, monitoring equipment status in IoT systems. Spark also enables interactive data processing, which is crucial for timely decision-making in business.

- *Programming languages: Python, Scala, Java*

Python will be the primary language for developing machine learning models and data analysis. Using libraries like Pandas and NumPy, we will perform data processing and cleaning. Scikit-learn will be used to create and train machine learning algorithms, such as classification and regression, to optimize business processes, for example in demand forecasting or analyzing

customer preferences. Python is also well suited for working with big data in conjunction with Apache Spark, allowing the creation of highly efficient models [10-12].

```
from pyspark import SparkContext, SparkConf
import numpy as np
from sklearn.neighbors import NearestNeighbors
import pandas as pd

conf = SparkConf().setAppName("LogisticsOptimization")
sc = SparkContext(conf=conf)
# Пример данных (ID, широта, долгота)
data = [
    (1, 37.7749, -122.4194), # Сан-Франциско
    (2, 34.0522, -118.2437), # Лос-Анджелес
    (3, 36.1699, -115.1398), # Лас-Вегас
    (4, 40.7128, -74.0060), # Нью-Йорк
    (5, 41.8781, -87.6298) # Чикаго
]

df = pd.DataFrame(data, columns=['ID', 'Latitude', 'Longitude'])
rdd = sc.parallelize(df[['Latitude', 'Longitude']].values.tolist())

def find_nearest_neighbors(points):
    X = np.array(points)
    nbrs = NearestNeighbors(n_neighbors=2, algorithm='ball_tree').fit(X)
    distances, indices = nbrs.kneighbors(X)
    return indices

neighbors_rdd = rdd.mapPartitions(lambda partition: [find_nearest_neighbors(list(partition))])
neighbors = neighbors_rdd.collect()
for i, neighbors_list in enumerate(neighbors):
    print(f"Город {data[i][0]} ({data[i][1]}, {data[i][2]}) - Ближайшие города: {neighbors_list}")
sc.stop()
```

Figure 1 – Code snippet using Apache Spark

Scala will be used for working with Apache Spark, as it is tightly integrated with the platform and offers high performance for data processing in distributed environments. Scala will assist in developing algorithms that efficiently utilize Spark cluster resources, which is important when handling large data volumes and implementing complex analytical processes like clustering and consumer behavior prediction.

Java will be used for developing enterprise applications that integrate with existing systems. It will help build reliable and scalable solutions for transactional data processing and interaction with large systems such as CRM or databases used in business process management.

- *Databases: MongoDB, Cassandra, PostgreSQL*

MongoDB will be used for storing and processing unstructured and semi-structured data, such as customer reviews, social media data, or IoT sensor data. This database is ideal for handling large volumes of data without a fixed schema, like text data or logs that may change over time [13-15].

Cassandra will be used for storing distributed real-time data, such as IoT device data or system and production process monitoring. This database supports low-latency queries, which is critical for tasks requiring quick responses, for example, optimizing delivery routes or monitoring production capacity.

PostgreSQL will be used for storing structured data, such as financial indicators, sales, and order data. It will handle transactional data and ensure reliable query processing, which is important for historical data analysis and reporting.

- *Machine learning tools: TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn*

TensorFlow will be used to create and train deep learning models capable of analyzing large datasets, identifying complex patterns, and making highly accurate predictions. For instance, TensorFlow will be used to develop models predicting changes in consumer preferences or forecasting product demand.

PyTorch will be used for developing and training flexible and dynamic machine learning models. This tool is ideal for experiments and research tasks such as text or image processing.

PyTorch allows building more adaptive models for analyzing customer feedback or optimizing marketing strategies.

Scikit-learn will be used to create more traditional machine learning algorithms. This tool is well-suited for classification and regression tasks, such as sales forecasting or identifying customer segments based on purchasing preferences.

Example code for demand forecasting using Scikit-learn (Figure 2):

We assume access to historical sales data, including features such as advertising spend, discounts, and product price. In this snippet, we use linear regression to predict future sales based on these features. We train the model on historical data (training set) and then test its accuracy on test data. The forecast accuracy is evaluated using Mean Absolute Error (MAE), which shows how well the model predicts actual values. We visualize a comparison of predicted versus actual values to assess the model's forecasting accuracy.

```
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.metrics import mean_absolute_error
import matplotlib.pyplot as plt

data = pd.read_csv('sales_data.csv')
print(data.head())

X = data[['Рекламные расходы', 'Скидки', 'Цена']]
Y = data['Продажи']

X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y, test_size=0.2, random_state=42)

model = LinearRegression()
model.fit(X_train, Y_train)

Y_pred = model.predict(X_test)

mae = mean_absolute_error(Y_test, Y_pred)
print(f'Средняя абсолютная ошибка: {mae}')

plt.scatter(Y_test, Y_pred)
plt.plot([0, max(Y_test)], [0, max(Y_test)], color='red')
plt.xlabel('Истинные значения')
plt.ylabel('Прогнозируемые значения')
plt.title('Прогноз спроса на товар')
plt.show()
```

Figure 2 – Code snippet using Scikit-learn

- *Data Visualization: Tableau, Power BI, Matplotlib*

Tableau will be used to create interactive dashboards and visualize real-time data analysis results. This tool will allow clear representation of information related to sales, performance, or business process efficiency. It can visualize how changes in marketing campaigns impact sales.

Power BI will assist in creating dynamic reports and visualizations for analyzing business metrics. We will use it to monitor key indicators such as profit, sales volume, and process efficiency, helping to make more informed decisions in real time.

Matplotlib will be used to create charts and graphs displaying the results of statistical analysis or machine learning algorithms. It will help visualize demand forecasting results, aiding inventory planning and logistics.

Conclusion. Development of algorithms enabling faster and more cost-effective processing of large data volumes. One of the main outcomes of this research will be the creation of highly efficient algorithms for big data processing that significantly increase performance and reduce processing costs. Through distributed computing and optimized data processing methods, substantial savings in computational resources and time will be achieved. Algorithms for tasks such as data aggregation or cleaning will be optimized to handle very large datasets, ensuring faster data processing without loss of accuracy.

Improving data analysis accuracy, leading to better quality business decision-making. Using modern machine learning and analytics methods—such as classification, regression, clustering, and time series analysis—the prediction accuracy will be significantly

enhanced. This will improve the quality of business decisions, as more precise data enables better-founded and more effective forecasts. Predictions like sales volume forecasting, inventory requirement determination, or identifying customer behavior patterns will help minimize risks and increase profit.

Demand forecasting using machine learning models (e.g., regression models or neural networks) based on historical sales and marketing activity data will allow more accurate planning of production volumes and resource allocation.

Demonstration of algorithm implementation examples in real business processes: logistics, sales, supply chain management.

In practice, algorithms developed during the research will be integrated into real business processes such as inventory management, logistics, sales planning, and supply chain optimization. For example, in logistics, algorithms can optimize delivery routes, reduce transportation times, and lower fuel costs. In sales, they can enable personalized customer offers based on behavior and preference analysis. In supply chain management, predictive algorithms will help forecast demand and ensure timely inventory replenishment, reducing shortages or surpluses.

In logistics, algorithms can be used to optimize delivery routes, significantly reducing delivery times, fuel consumption, and streamlining workflows. In supply chains, predictive algorithms for demand estimation will help detect potential shortages or surpluses at warehouses early and adjust procurement or production accordingly.

The expected results of this research will help companies improve productivity, reduce costs, and enhance decision-making quality through faster and more accurate big data analysis. Implementing data processing algorithms in real business processes will provide companies with competitive advantages by increasing operational efficiency, reducing risks, and optimizing all key operations.

Literatures

- [1] **Marr Bernard.** Big Data: Using SMART Big Data, Analytics and Metrics To Make Better Decisions and Improve Performance
- [2] **Джозл, Грас.** Data Science. Наука о данных с нуля, 2019
- [3] Big Data = Большие данные : учеб. пособие / И. Б. Тесленко [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 123 с. ISBN 978-5-9984-1425-1
- [4] **Фрэнкс, Б.** «Укрощение больших данных. Как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики?». М: Манн, Иванов и Фербер, 2014. Flach P. Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data
- [5] **Ния, Нархид,** Гвен Шапира, Тодд Палино. Apache Kafka. Поточковая обработка и анализ данных. – СПб.: Питер, 2019. – 320 с.
- [6] **Li, Jian.** Large scale data processing in Hadoop MapReduce scenario. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 68 с.
- [7] **Tom, White.** Hadoop: The Definitive Guide. – М.: O'Reilly Media, 2015. – 756 с.
- [8] **Андреас, Мюллер,** Сара Гвидо. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. – М.: Вильямс, 2017. – 480 с.
- [9] **Баженова, И.Ю.** Основы проектирования приложений баз данных. – М.: Бином. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий, 2006. – 328 с.
- [10] **Ниворожкина, Л.И.** Статистические методы анализа данных: Учебник / Л.И. Ниворожкина, С.В. Арженовский, А.А. Рудяга. – М.: Риор, 2018. – 320 с.
- [11] **Панкратова, Е.В.** Анализ данных в программе SPSS для начинающих социологов / Е.В. Панкратова, И.Н. Смирнова, Н.Н. Мартынова. – М.: Ленанд, 2018. – 200 с.
- [12] **Рафалович, В.** Data mining, или интеллектуальный анализ данных для занятых. Практический курс / В. Рафалович. – М.: SmartBook, 2018. – 352 с.
- [13] **Макшанов, А.В.** Технологии интеллектуального анализа данных: Учебное пособие / А.В. Макшанов, А.Е. Журавлев. – СПб.: Лань, 2018. – 212 с.

- [14] **Бенгфорт, Б.** Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка / Б. Бенгфорт. - СПб.: Питер, 2016. - 400 с.
- [15] **Бенгфорт, Б.** Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки есте / Б. Бенгфорт. – СПб.: Питер, 2019. – 368 с.

References

- [1] **Marr, Bernard.** Big Data: Using SMART Big Data, Analytics and Metrics To Make Better Decisions and Improve Performance
- [2] **Dzhoel, Gras** Data Science // Nauka o dannyh s nulya, 2019 [in Russian]
- [3] Big Data = Bol'shie dannye : ucheb. posobie // I. B. Teslenko [i dr.] ; Vladim. gos. un-t im. A. G. i N. G. Stoletovyh. – Vladimir : Izd-vo VIGU, 2021. – 123 s. [in Russian]
- [4] **Flach, P.,** Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data
- [5] **Niya, Narhid,** Gven SHapira, Todd Palino. Apache Kafka. Potokovaya obrabotka i analiz dannyh. – SPb // Piter, 2019. – 320 s. [in Russian]
- [6] **Li Jian,** Large scale data processing in Hadoop MapReduce scenario // M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012. - 68 s.
- [7] **Tom, White** Hadoop: The Definitive Guide // M.: O'Reilly Media, 2015. – 756 s.
- [8] **Andreas, Myuller,** Sara Gvido. Vvedenie v mashinnoe obuchenie s pomoshch'yu Python. Rukovodstvo dlya specialistov po rabote s dannymi // M.: Vil'yams, 2017. – 480 s. [in Russian]
- [9] **Bazhenova, I.YU.** Osnovy proektirovaniya prilozhenij baz dannyh // M.: Binom. Laboratoriya znaniy, Internet-universitet informacionnyh tekhnologij, 2006. – 328 s. [in Russian]
- [10] **Nivorozhkina, L.I.** Statisticheskie metody analiza dannyh: Uchebnik / L.I. Nivorozhkina, S.V. Arzhenovskij, A.A. Rudyaga // M.: Rior, 2018. – 320 s. [in Russian]
- [11] **Pankratova, E.V.** Analiz dannyh v programme SPSS dlya nachinayushchih sociologov / E.V. Pankratova, I.N. Smirnova, N.N. Martynova // M.: Lenand, 2018. – 200s. [in Russian]
- [12] **Rafalovich, V.** Data mining, ili intellektual'nyj analiz dannyh dlya zanyatyh. Prakticheskij kurs / V. Rafalovich // M.: SmartBook, 2018. - 352 s. [in Russian]
- [13] **Makshanov, A.V.** Tekhnologii intellektual'nogo analiza dannyh: Uchebnoe posobie / A.V. Makshanov, A.E. ZHuravlev // SPb.: Lan', 2018. - 212 s. [in Russian]
- [14] **Bengfort, B.** Prikladnoj analiz tekstovyh dannyh na Python. Mashinnoe obuchenie i sozдание prilozhenij obrabotki estestvennogo yazyka // SPb.: Piter, 2016. - 400 s. [in Russian]
- [15] **Bengfort, B.** Prikladnoj analiz tekstovyh dannyh na Python. Mashinnoe obuchenie i sozдание prilozhenij obrabotki este // SPb.: Piter, 2019. - 368 s. [in Russian]

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ТАЛДАМАДАҒЫ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР

Дәуітбаева А.О., техника ғылымдарының кандидаты, доцент
Қанатұлы Ш., магистрант

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Андатпа. Мақалада бизнес-процестерді онтайландыру үшін үлкен деректерді өңдеу алгоритмдері ұсынылған. Талдау және болжау үшін деректерді біріктіру, таратылған есептеу және машиналық оқыту әдістері қарастырылады. Бизнес - кейстерде тестілеу шығындардың төмендеуін және шешімдердің дәлдігінің жоғарылауын көрсетті, бұл әзірленген тәсілдердің практикалық құндылығын растады. Қазіргі әлемде технологияның дамуы мен цифрлық құрылғылардың кең таралуына байланысты деректер көлемі экспоненциалды түрде өсуде. Күн сайын петабайт ақпарат жасалады: бұл әлеуметтік желілерден, электронды құрылғылардан, интернет-дүкендерден, IoT сенсорларынан, банктік операциялардан және басқа да көптеген көздерден алынған мәліметтер. Бұл масштаб деректерді жинау, сақтау, өңдеу және талдаудың жаңа тәсілдерін қажет етеді.

Үлкен деректер (Big Data) бизнестің негізгі активіне айналды. Оларды пайдалану жасырын үлгілерді анықтауға, жекелендірілген ұсыныстарды әзірлеуге, сұранысты болжауға және тәуекелдерді азайтуға мүмкіндік береді. Үлкен деректер стратегиялық жоспарлауда, тиімділікті арттыруда және бизнес-процестерді онтайландыруда маңызды рөл атқарады. Үлкен деректермен

тиімді жұмыс істеу таратылған есептеу, Машиналық оқыту және ағынды өңдеу сияқты күрделі алгоритмдер мен технологияларды қолдануды талап етеді. Бұл алгоритмдер деректердің өзгеруіне бейімделу және бизнес-процестердің ерекшеліктерін ескеру үшін дәл және масштабталуы керек. Дегенмен, деректер көлемінің өсуімен компаниялар гетерогенді және жылдам келетін ақпаратты өңдеу, есептеу қуатының жетіспеушілігі және деректерді біріктірудің күрделілігі мәселелеріне тап болады. Деректерді өңдеу алгоритмдерін нақты бизнес-процестерге енгізу операциялық тиімділікті арттыру, тәуекелдерді азайту және барлық негізгі операцияларды оңтайландыру арқылы компанияға бәсекелестік артықшылықтар береді.

Тірек сөздер: Үлкен деректер, алгоритмдер, оңтайландыру, бизнес-процестер, машиналық оқыту.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И АНАЛИТИКИ

Даутбаева А.О., кандидат технических наук, доцент

Қанатұлы Ш., магистрант

Кызылординский университет имени Коркыт-Ата, г.Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В статье представлены алгоритмы обработки больших объемов данных, направленные на оптимизацию бизнес-процессов. Обсуждаются методы интеграции данных, распределенных вычислений и машинного обучения для анализа и прогнозирования. Тестирование на бизнес-кейсах продемонстрировало снижение затрат и повышение точности принятия решений, подтвердив практическую ценность разработанных подходов.

В современном мире объем данных растет в геометрической прогрессии благодаря технологическому прогрессу и широкому использованию цифровых устройств. Каждый день генерируются петабайты информации — из социальных сетей, электронных устройств, интернет-магазинов, датчиков Интернета вещей, банковских операций и многих других источников. Такой масштаб требует новых подходов к сбору, хранению, обработке и анализу данных.

Большие данные стали основным активом бизнеса. Их использование позволяет выявлять скрытые закономерности, разрабатывать персонализированные предложения, прогнозировать спрос и снижать риски. Большие данные играют жизненно важную роль в стратегическом планировании, повышении эффективности и оптимизации бизнес-процессов.

Эффективное управление большими данными требует применения сложных алгоритмов и технологий, таких как распределенные вычисления, машинное обучение и потоковая обработка. Эти алгоритмы должны быть точными и масштабируемыми, чтобы адаптироваться к изменениям данных и учитывать специфику бизнес-процессов.

Однако с ростом объемов данных компании сталкиваются с проблемами, связанными с обработкой разнородных и быстро поступающих данных, нехваткой вычислительных мощностей и сложностью интеграции данных. Внедрение алгоритмов обработки данных в рамках конкретных бизнес-процессов обеспечивает конкурентные преимущества за счет повышения операционной эффективности, снижения рисков и оптимизации основных операций.

Ключевые слова: большие данные, алгоритмы, оптимизация, бизнес-процессы, машинное обучение.

САРҚЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУ ПРОЦЕСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ

Усенов С.А., магистрант

sanzhar.usenov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-4996-9684>

Мухтаров А.К., химия ғылымының кандидаты, доцент

Abilkhas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9020-2551>

Нұралиев Ә.А., магистрант

adlnur2017@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5086-0346>

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

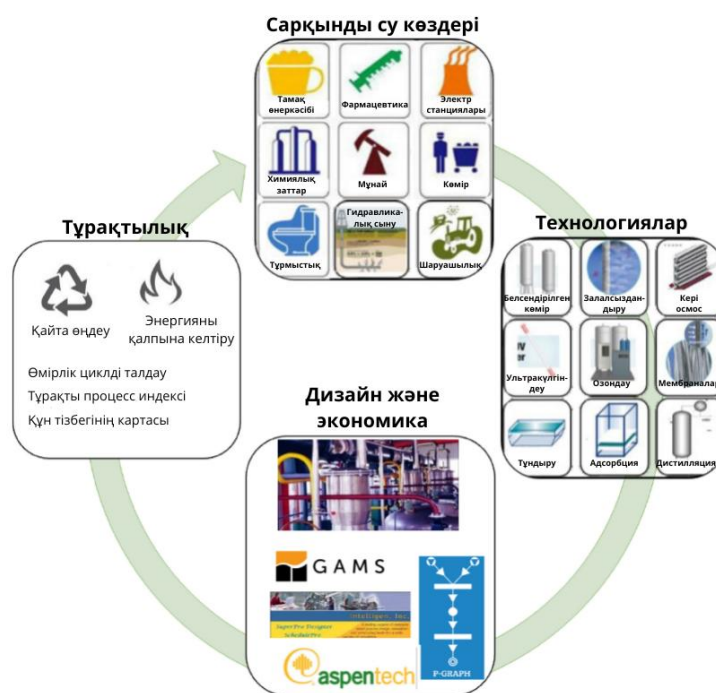
Андатпа. Су – тіршілікті қамтамасыз етудің маңызды ресурсы ғана емес, сонымен қатар экожүйелер тепе-теңдігінің маңызды факторы. Өртүрлі секторлардағы судың дұрыс бағаланбауы мен дұрыс пайдаланбауы, әсіресе дамушы елдерде, халық санының жаһандық өсуі мен өнеркәсіптік өсіммен асқынған үрейлі салдарға әкелді. Бұл мәселе суға деген сұранысты күшейтіп қана қоймай, сонымен қатар қауіпті ластаушы заттармен және анықталмаған ластаушы заттармен толтырылған сарқынды сулардың қалыптасуын тудырды. Мұқият өңделмеген жағдайда, тазартылмаған сарқынды сулар үлкен қауіп төндіреді, өйткені улы ластаушы заттар топыраққа еніп, ақырында жер асты суларының бағалы ресурстарын ластауы мүмкін. Бұл тазарту, қайта пайдалану және қауіпсіз кәдеге жарату тәжірибесін қамтитын сарқынды суларды басқарудың кешенді стратегияларының шұғыл қажеттілігін көрсетеді. Бұл мақала сарқынды суларды тазартудың тиімді және тұрақты жүйелерін жобалаудың көп қырлы өлшемдерін қарастырады. Негізгі ойларға сарқынды суларды мұқият сипаттау, кезеңді тазарту тәсілін қабылдау, озық технология мүмкіндіктерін біріктіру, сенімді модельдеу әдістемелерін қолдану, мұқият шығындарды бағалау және осы жүйелердің қоршаған ортаға әсерін бағалау кіреді. Осы компоненттерді шешу арқылы суды тазартып қана қоймай, сонымен қатар экожүйелерге жағымсыз әсерлерді азайтатын ағынды суларды тазарту шешімдерін әзірлеуге болады. Сарқынды суларды басқарумен байланысты қиындықтарды шешу барысында ақпарат алмасудың, пәнаралық ынтымақтастықтың және конвергентті зерттеулердің маңыздылығын атап өту өте маңызды. Суға қатысты мәселелердің күрделілігі әртүрлі салалардағы сарапшылардың кешенді және инновациялық шешімдерді әзірлеу үшін ұжымдық күш салуын талап етеді. Болашақ тәртіптік шекаралардан асып түсетін серіктестіктерді дамытуға, білім алмасуға және бірлескен зерттеу жұмыстарын ынталандыруға байланысты. Осындай келісілген күш-жігердің арқасында ғана біз тұрақты суды басқару тәжірибесіне қол жеткізе аламыз және қазіргі және болашақ ұрпақтың әлауқатын қамтамасыз ете аламыз.

Тірек сөздер: сарқынды су, суды тазарту, ластаушы заттар, тазарту қондырғылары, тазарту технологиялары, тазарту әдістері.

Кіріспе. Үнемі өсіп келе жатқан халық саны мен өнеркәсіптің дамуы бар ресурстарға орасан зор салмақ түсіріп, ластану мен климаттың өзгеруіне алып келеді. Суды тиімсіз пайдалану және тұрмыстық, ауылшаруашылық және өнеркәсіптік секторлардан қалдықтарды шығару судың қол жетімділігі, сапасы мен тазалығы мәселелерін нашарлатады. Қалалық сарқынды сулардағы оттегіні көп қажет ететін заттар, қоздырғыштар, қоректік заттар және химиялық заттар сияқты ластаушы заттар әртүрлі қауіп төндіреді. Мысалы, аммиак су флорасы мен фаунасына зиян келтіреді, ал патогендер жер асты суларын ластайды. Ауылшаруашылық сарқынды суларындағы көміртегі, азот және фосфор сияқты қоректік заттар балдырлардың өсуіне және эвтрофикациясына әкеледі. Өнеркәсіптік ағынды сулардың жылуы судағы оттегінің сақталуын азайтады. Осылайша, теңіз флорасы мен фаунасын қорғау үшін ағынды суларды экожүйе шығарылғанға дейін тазарту қажет. Тұщы су ресурстары шектеулі, сондықтан ағынды суларды тазарту жүйелері суды қайта пайдалану және ластаушы заттарды тұрақты деңгейге дейін азайту үшін өте маңызды.

Қазіргі сарқынды суларды тазарту қондырғылары АҚШ-тың Қоршаған Ортаны Қорғау Агенттігі (ҚОҚА), ЕО-ның су саясаты және БҰҰ-ның экологиялық бағдарламасы сияқты агенттіктер белгілеген нормативтік тазалық стандарттарына сәйкес келу үшін әртүрлі технологияларды пайдаланады. Физикалық, биологиялық және химиялық процестерге негізделген бұл технологиялар көбінесе әдістерді біріктіреді [1]. Физикалық процестер қатты заттарды экрандар мен сүзгілер арқылы жояды, биологиялық процестер ластаушы заттарды ыдырату үшін микроорганизмдерді пайдаланады, ал химиялық процестер күрделі ластаушы заттармен жұмыс істейді. Ағынды сулардың ағындарын дұрыс сипаттау ластаушы заттарды қолайлы деңгейге дейін төмендетудің тиісті технологияларын анықтау үшін қажет.

Суды тиімді пайдалану және сарқынды сулардың шығынын азайту су тапшылығы мен су тазарту қондырғыларының энергия шығындарына байланысты өте маңызды [2]. Стратегияларға сарқынды сулардың көлемін және ластаушы заттардың беріктігін азайту кіреді. Көлемді азайту қондырғы сыйымдылығына, шығындарына, энергияны пайдалануына және экологиялық әсеріне әсер етеді. Датчиктер мен контроллерлер сияқты ағынды азайту құрылғылары судың 20-30% үнемдей алады [3, 4]. Өнеркәсіптік зауыттар қалдықтарды көп нүктелі жинау, қайта пайдалану және шламдардың төгілуін жою арқылы ағынды суларды азайта алады. Тазарту қондырғылары шығындарды, энергияны пайдалануды және қоршаған ортаға әсерді азайту үшін тиімді жобалау және бағалау көрсеткіштерін талап етеді. Бұл шолу сарқынды суларды сипаттаудағы, тазарту технологияларындағы, модельдеудегі және жүйелер тиімділігін оңтайландырудағы, экономикалық талдаудағы және тұрақтылықты бағалаудағы соңғы әзірлемелерді қамтиды. (1-сурет).



1-сурет – Сарқынды суларды тазарту желілерін жобалаудың кешенді тәсілінің схемасы

Күрделілігі тазарту желілерін синтездеу үшін сарқынды сулардың әртүрлі көздерінде болатын ластаушы заттардың негізінде сәйкес технологияларды таңдауда, содан кейін шығындарды бағалау және тұрақтылықты бағалауда жатыр.

Сарқынды сулардың сипаттамасы. Сарқынды сулардың сипаттамаларына жалпы тоқтатылған қатты заттар (ТҚЗ), жалпы еріген қатты заттар (ЕҚЗ), рН, органикалық жүктемелер, химиялық оттегі қажеттілігі (ХОҚ), биохимиялық оттегі қажеттілігі (БОҚ), улы иондар, белсенді фармацевтикалық ингредиенттер (БФИ), бұзылатын химиялық заттар, эндокриндік жүйе (ЭДК) және т.б кіреді [1,5,6]. Олардың типтік диапазоны

ластаушы заттардың ағынының көзіне байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Тұрғын үй көздерінен шығатын коммуналдық сарқынды сулардың БОҚ мәндері 100–400 мг/л, азот – 20–85 мг/л және фосфор – 6–23 мг/л [7]. Азық-түлік, сусындар және сүт секторында БОҚ және ХОҚ мәндері муниципалды секторға қарағанда 10-100 есе жоғары сарқынды сулар болуы мүмкін [8]. Фармацевтикалық қалдықтар құрамында органикалық заттар мен БФИ-дің жоғары концентрациясы бар [9]. Осылайша, сарқынды су ағынының көзі, оның ластаушы қасиеттері мен салыстырмалы мөлшері, сондай-ақ тазартылған суды қауіпсіз ағызу немесе қайта пайдалану шектері туралы ақпарат нақты жағдайға арналған технологиялық процестің схемасын әзірлеу үшін тиісті сарқынды суларды тазарту технологияларын қосуға мүмкіндік береді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Тазарту процесі кезең-кезеңімен жүргізілгенде ең тиімді болып табылады және әдетте алдын ала, бастапқы, екінші және үшінші сатыларды, сондай-ақ тұнбаны өңдеу нұсқаларын қамтиды [10]. Өңдеу кезеңдері мен технологияларға шолу 2-суретте берілген.



2-сурет – Сарқынды суларды тазартудың кезеңдік әдісі және әр кезеңде қолданылатын технологиялар

Әдетте тазарту қондырғылары әр кезеңде бір технологияны пайдаланады; дегенмен, тазалық талаптарына, ластаушы заттардың қасиеттеріне және түсетін қалдық ағынындағы олардың мөлшеріне байланысты бір кезеңде бірнеше технология қажет болуы мүмкін немесе кейбір кезеңдерді өткізіп жіберуге болады. Тазалау нәтижесінде суға және ластаушы заттарға бай сарқынды сулар түзіледі. Ластаушы заттарға бай ағын гидротермиялық сұйылту [11], термофильді қорыту [12] және ашыту сияқты технологияларды қолдана отырып, қоректік заттарды алу үшін өңделуі мүмкін немесе энергияны қалпына келтіру үшін күйдірілетін [13] шөгінділерден тұрады. Сарқынды суларды тазартудың кейбір қолданыстағы және жаңа технологиялары туралы мәліметтер 1-кестеде келтірілген.

1-кесте – Сарқынды суды тазарту технологиялары, олардың артықшылықтары мен шектеулері

Технология атауы	Ерекшеліктері	Артықшылықтары	Шектеулері
1	2	3	4
Экрандау	- қағазды, құмды, пласт-масса мен металды кетіреді; - әртүрлі экран өлшемдері қолжетімді: дөрекі, ұсақ және микро.	- кейінгі қондырғылардың зақымдануын және бітелуін болдырмайды	- жүйелі тазалауды және жөндеуді қажет етеді.

1	2	3	4
Флокуляция/Коагуляция	- химиялық заттарды н/е полимерлерді қосу арқылы суспензиялы ж/е коллоидты бөлшектердің шоғырларын құрайды; - орташа тұру уақыты мен рециркуляция коэффициенті флок түзудің тиімділігіне әсер етеді.	- ірі флоктарды олардың бастапқы бөлшектерінің өлшемімен салыстырғанда бөлу оңайырақ.	- флокулянттардың құны; - араластыру және уақыт.
Тұндыру/Мөлдірету	- Стокс заңымен берілген бөлшектердің соңғы шөгу жылдамдығына негізделген гравитациялық тұнба; - резервуардың көлемі (ауданы мен тереңдігі), шөгу жылдамдығы тұру уақытын анықтайды.	- пайдалы/сыртқы энергия қажет емес; - бағасы төмен.	- резервуардың көлемі және тиімді бөлу үшін қажетті уақыт.
Сүзу (түйіршікті)	- суспензиялы/коллоидты қоспалар кеуекті орта арқылы өту арқылы бөлінеді.	- бөлшектердің бөліну диапазоны тұнбаға қарағанда жоғары	- сарқынды сулардың лайлану шегі.
Айналмалы биологиялық контакторлар	- сарқынды су ағындары арқылы баяу айналатын көлденең шахтаға орнатылған үлкен дөңгелек дискілері бар резервуарлардан тұратын биологиялық процесс; - кейбір фосфор мен нитраттар ағынды суларды және тоқтатылған микробтардың өсуін жояды.	- қарапайымдылығы, бейімделгіштігі, көп жерді пайдаланбайды; - бояғыштар сияқты күрделі органикалық ластаушы заттарды ыдыратуы мүмкін.	- сәйкес масштабталатын жүйелердің болмауы.
Адсорбция/Ион алмасу	- мақсатты ластаушы заттарды кетіру үшін белсендірілген көмір, селективті регистрлер, полимерлі адсорбенттер сияқты қатты материалды пайдалану; топтамалық/үздіксіз режимдерде жұмыс істеуге болады	- қарапайым және бейімделгіш тазарту әдістері; - жоғары тиімділік және жылдамырақ кинетика.	- бағасы жоғары, адсорбент және регенерация шығындары; - рН-қа сезімтал.
Залалсыздандыру	- үш негізгі залалсыздандыру әдісі: химиялық (хлор, озон), физикалық (жылыту, химиялық көмекші тұндыру) және радиация (УК, электромагниттік және акустикалық); - жабдықтың дизайны мен материалдың құны қолданылатын техникаға байланысты өзгереді.	- кейбір жағдайларда вирустарды, патогендерді және БФИ интерфейстерін жояды.	- хлорсыздандыру әдістері қажет; - ластаушы түрі әсер ететін өнімділік.
Белсендірілген тұнба	- микроорганизмдерден тұратын аэробты суспензия ағынды суға толық аралас суспензиялы өсу реакторында қосылады; - қатты затты ұстау уақыты, яғни жүйеде тұнбаның қалуының орташа уақыты жалпы өнімділікті анықтайды.	- органикалық заттарды CO ₂ , су және басқа соңғы өнімдерге дейін ыдыратуы мүмкін; - қарапайым, экономикалық жағынан қолайлы.	- микробтардың белсенділігін сақтау; - нашар түссіздену; - тұнбаның жиналуы және көбіктенуі.

1	2	3	4
Микробтық отын жасушалары	- электрондарды жинау үшін микробтарды пайдалану (жинау энергиясы); - арнайы микробқа бай ағынды суларды тазартатын отын ұяшығын іске қосу үшін пайдаланылады; - катодты және микробтағы оттегі және анодты камерадағы органикалық қос камералы жүйе.	- фармацевтикалық сарқынды суларды тазарта алады; - сарқынды суларды тазарту кезінде энергия өндіре алады.	- анодтағы реакциялар шектеуші факторлар болып табылады; - коммерциялық пайдалану үшін пайдаланылатын компоненттердің құны өте жоғары.
Арнайы сулы-батпақты жерлер	- сарқынды суларды тазарту үшін өсімдіктердің, топырақтың және организмдердің табиғи функцияларын пайдалануға арналған инженерлік жүйелер; - биосүзгі ретінде әрекет етеді және фармацевтикалық және жеке күтім өнімдерін органикалық заттармен, минералдармен, қалқымалы заттармен және патогендермен бірге жоя алады.	- санитария мен суды тазартудың үйлесімі; - төмен құны және техникалық қызмет көрсету.	- түрлерді таңдау және ұзақ мерзімді күті уақыты функционалдылықты қамтамасыз ету үшін маңызды.
Жетілдірілген тотығу процесі	- ластаушы заттарды кішірек құрамдас молекулаларға ыдырату үшін тотығу/фотоФентон реакцияларын пайдаланады; - қолданылатын агенттерге озон, пероксид, УК сәулесі, Фентон реагенттері жатады.	- БФИ және ЭДК деградациялау үшін пайдаланылуы мүмкін.	- озон және ультракүлгін үшін жоғары энергия кірісі; - масштабталатын жүйелердің болмауы.
Мембраналық процестер	- жартылай өткізгіш мембраналар арқылы қысым негізінде сүзу; - мембрана кеуек өлшемі ластаушы заттың бөлшектеріне/молекулалық мөлшеріне байланысты өзгереді; - микрофльтрацияны (MF – 0,1 - 1 мм), ультрафльтрацияны (UF – 0,01 - 0,1 мм), нанофльтрацияны (NF – 1 - 10 нм), кері осмосы (RO – 0,1 - 1 нм), диализді және электродиализді қамтиды.	- қол жетімділік пен қолданбалардың кең ауқымы; - ықшам, химиялық заттарды қажет етпейді.	- бітелу және ластану; - жоғары инвестициялық және мембрананы ауыстыру шығындары.

Зерттеу нәтижелері және талқылау. Суды тазарту желілерін (СТЖ) жобалау көптеген технологиялық нұсқаларға, критерийлерге (тазалық, шығындар, қауіпсіздік, қоршаған ортаға әсер ету) және сараптамалық білімнің шектеулі интеграциясына байланысты күрделі. Бұл түйіндемеде СТЖ дизайнындағы модельдеу мен синтездеудің әртүрлі тәсілдері талқыланады.

Деректерге негізделген, эвристикалық және өнімділік индексінің модельдері

Белсенділікке Негізделген Шығындар моделі (БНШ): Руис-Роза *және т.б.* [14] БНШ басқару моделін төрт фазада ұсынды: 1) өнімдер мен бірліктерді анықтау; 2) түрлендірулер мен әрекеттерді анықтау; 3) ресурстар топтарын жіктеу және тазалық мақсаттарына негізделген технологиялар арасында шығындарды бөлу үшін ресурстар; 4) әрекеттер және өнімдер арасындағы логикалық байланыстарды дамыту.

Араластырудың жалпы әсер ету потенциалы (АЖӘЕП): Лю *және т.б.* [15] АЖӘЕП моделін [16] бірнеше ластаушы заттармен күресудің эвристикалық ережелерін және желіні күрделі жобалауға мүмкіндік беретін өңдеу технологияларын қосу арқылы жетілдірді.

Өнімділік Индексі (Z): Вичиано *және т.б.* [17] Валенсиядағы 156 су тазарту қондырғыларындағы деректеріне қолданылатын маусымдық өзгерістер мен халық санының өзгеруіне байланысты жабдықтың өткізу қабілеттілігін оңтайлы пайдаланбауды есепке алу үшін шығындар функцияларының тиімділік индексін енгізді, бұл ауқымды үнемдеуді көрсетеді.

Қондырғылар синтезінің тәсілдері

Шектеулерге негізделген АБСЕБ: Гарибай-Родригес *және т.б.* [18] ресурстарды оңтайлы Басқаруды үлестірілген СТЖ-не интеграциялау үшін шектеулерге негізделген аралас бүтін сызықты емес бағдарламалау (АБСЕБ) моделін ұсынды. Әртүрлі секторларға қызмет көрсететін өзен жүйесінде көрсетілген бұл тәсіл ластаушы заттардың концентрациясы мен суды тұтыну шектеулерін сақтай отырып, жалпы жылдық шығындарды азайтуға бағытталған.

Өсімдіктер арасындағы су желісінің синтезі: Альнури *және т.б.* [19] орталықтандырылған және орталықтандырылмаған тазарту нұсқаларын біріктіру және құбырлардың жалпы сегменттерін біріктіру, желінің күрделілігі мен жалпы шығындарын азайту арқылы өндірістердегі өсімдіктер аралық су желілерін синтездеу тәсілін ұйымдастырды.

Көп сценарийлі әсер ету ағындары: Лю *және т.б.* [20] СТЖ синтезі мен жұмысына әр түрлі әсер етуші сценарийлер, разряд стандарттары және сәйкес келмегені үшін айыппұл коэффициенттерін ұсынды. Дизъюнктивті бағдарламалауды және көп кезеңді АБСЕБ-ды қолдана отырып, олардың әдісі жалпы жылдық шығындарды азайтады және директивалық органдарға ақпарат береді.

Қорытынды. Суды қайта пайдалану немесе қауіпсіз кәдеге жаратудың соңғы шарттарына және судың ластануына негізделген емдеуді ұсынатын жүйелі нұсқаулар тиімді тазарту құрылыстарын жобалауға көмектеседі. Ластануды тиімді жою үшін тазарту технологиялары желіде дұрыс орналастырылуы қажет. Жаңа технологиялар кең ауқымда жұмыс істеу үшін сынақтан өтуі және олардың қолданыстағы технологиялармен көп ауқымды интеграциясы зерттелуі көзделеді. Дәстүрлі жобалау және өңдеу әдістеріне сүйенудің орнына, барлық ықтимал өңдеу технологияларын, ағын үлгілерін және қосылымдарды қамтитын максималды құрылым/қондырғы синтезіне негізделген модульдік дизайн қабылдануы керек. Бірнеше кіріс немесе шығыс, өңдеу, араластыру және бөлу ағындарынан тұратын интуитивті емес және дәстүрлі емес шешімдер үнемділік пен қоршаған ортаға әсер ету үшін талдануы қажет. Болжалды оңтайлы тазарту процесінің сенімділігін тексеру үшін ықтимал тәуекелдерді, қауіпсіздікті және белгісіздікті де ескеру қажет. Осы мақсатта экономикалық өміршендік пен экологиялық тұрақтылыққа әкелетін, бар кемшіліктерді жою және технологиялық тиімділігін арттыратын сарқынды суларды тазартудың жаңа шешімдерін ақпараттандыру үшін әртүрлі тәсілдер арқылы пәнаралық ынтымақтастық, ақпарат алмасу және салыстырмалы бағалау қолданылуы керек.

Әдебиеттер

[1] **M. & E. Inc**, Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD: Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th edition. Boston // McGraw Hill Higher Education, 2002.

- [2] **Gu Y**, Li Y, Li X, Luo P, Wang H, Robinson ZP, Wang X, Wu J, Li F: The feasibility and challenges of energy self-sufficient wastewater treatment plants // *Appl Energy*, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.069>.
- [3] **Mukherjee, R**, Diwekar UM, Vaseashta A Optimal sensor placement with mitigation strategy for water network systems under uncertainty // *Comput Chem Eng*, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2017.03.014>.
- [4] **Silvia**, Tinelli, Enrico Creaco, Carlo Ciaponi Sampling significant contamination events for optimal sensor placement in water distribution systems // *JwaterResourPlanManag*, 2017. URL: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000814](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000814).
- [5] **Davis, M**: Water, and Wastewater Engineering // McGraw-Hill Education, 2010.
- [6] **Liptak, BG**, Liu DHF Wastewater Treatment // Boca Raton, Fla.; London: Lewis Pub, 2000. - (accessed October 16, 2017) URL: <http://trove.nla.gov.au/version/46381639>.
- [7] **Bhojwani, S**, Topolski K, Mukherjee R, Sengupta D, ElHalwagi MM Technology review and data analysis for cost assessment of water treatment systems // *Sci Total Environ*, 2019. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.363>.
- [8] **Castillo, A**, Vall P, Garrido-Baserba M, Comas J, Poch M Selection of industrial (food, drink and milk sector) wastewater treatment technologies: a multi-criteria assessment // *J Clean Prod*, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.132>.
- [9] **Martz, M** Effective Wastewater Treatment in the Pharmaceutical Industry, 2012.
- [10] **Crini, G**, Lichtfouse E Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment // *Environ Chem Lett*, 2019. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s10311-018-0785-9>.
- [11] **Qian, L**, Wang S, Savage PE Hydrothermal liquefaction of sewage sludge under isothermal and fast conditions // *Bioresour Technol*, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.02.017>.
- [12] **De Vrieze J**, Smet D, Klok J, Colsen J, Angenent LT, Vlaeminck SE Thermophilic sludge digestion improves energy balance and nutrient recovery potential in full-scale municipal wastewater treatment plants // *Bioresour Technol*, 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.06.119>.
- [13] **Piao, W**, Kim Y, Kim H, Kim M, Kim C Life cycle assessment and economic efficiency analysis of integrated management of wastewater treatment plants // *J Clean Prod*, 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.012>.
- [14] **Ruiz-Rosa, I**, Garcí'a-Rodríguez FJ, Mendoza-Jime' nez J Development and application of a cost management model for wastewater treatment and reuse processes // *J Clean Prod*, 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.044>.
- [15] **Liu, C-Z**, Li A-H, Klemes' JJ, Liu Z-Y Design of distributed wastewater treatment networks by combining total mixing influence potential indicator with heuristic rules // *J Clean Prod*, 2018. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.016>.
- [16] **Li, A-H**, Yang Y-Z, Liu Z-Y A numerical-indicator-based method for design of distributed wastewater treatment systems with multiple contaminants // *AIChE J*, 2015. URL: <https://doi.org/10.1002/aic.14863>.
- [17] **Castellet-Viciano, L**, Torregrossa D, Herna' ndez-Sancho F: The relevance of the design characteristics to the optimal operation of wastewater treatment plants: energy cost assessment // *J Environ Manage*, 2018. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.049>.
- [18] **Garibay-Rodriguez, J**, Rico-Ramirez V, Ponce-Ortega JM Mixed integer nonlinear programming model for sustainable water management in macroscopic systems: integrating optimal resource management to the synthesis of distributed treatment systems // *ACS Sustain Chem Eng*, 2017. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.6b02128#>.
- [19] **Alnouri, SY**, Linke P, El-Halwagi MM Synthesis of industrial park water reuse networks considering treatment systems and merged connectivity options // *Comput Chem Eng*, 2016. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.02.003>.
- [20] **Lu, B**, Huang S, Grossmann IE Optimal synthesis and operation of wastewater treatment process with dynamic influent // *Ind Eng Chem Res*, 2017. URL: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.iecr.7b01805>.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ИНТЕГРАЦИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Усенов С.А., магистрант
Мухтаров, А.К., кандидат химических наук, доцент
Нұрәлиев Ә.А., магистрант

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан

Аннотация. Вода является не только жизненно важным ресурсом для поддержания жизни, но и важнейшим фактором хрупкого баланса экосистем. Неверное ценообразование и неправильное использование воды в различных секторах привели к тревожным последствиям, усугубляемым глобальным ростом населения и промышленного роста, особенно в развивающихся странах. Этот всплеск не только увеличил спрос на воду, но также привел к образованию сточных вод, содержащих опасные и неустановленные загрязнители. Последствия неадекватной очистки сточных вод выходят за рамки непосредственной окружающей среды. Если с ними не обращаться тщательно, неочищенные сточные воды представляют серьезную угрозу, поскольку токсичные загрязнители могут проникать в почву, в конечном итоге загрязняя драгоценные ресурсы подземных вод. Это подчеркивает острую необходимость в комплексных стратегиях управления сточными водами, которые охватывают методы очистки, повторного использования и безопасного удаления. В этой статье рассматриваются многогранные аспекты проектирования эффективных и устойчивых систем очистки сточных вод. Ключевые соображения включают в себя тщательную характеристику сточных вод, принятие поэтапного подхода к очистке, интеграцию передовых технологий, использование надежных методологий моделирования, проведение тщательной оценки затрат и оценку воздействия этих систем на окружающую среду. Устранив эти компоненты, становится возможным разработать решения по очистке сточных вод, которые не только очищают воду, но и минимизируют неблагоприятное воздействие на экосистемы. Решая проблемы, связанные с управлением сточными водами, крайне важно подчеркнуть важность обмена информацией, междисциплинарного сотрудничества и конвергентных исследований. Сложность проблем, связанных с водой, требует коллективных усилий экспертов в различных областях для разработки целостных и инновационных решений. Будущее зависит от развития партнерских отношений, выходящих за рамки дисциплинарных границ, содействия обмену знаниями и поощрения совместных исследовательских усилий. Только благодаря таким согласованным усилиям мы можем надеяться на достижение устойчивых методов управления водными ресурсами и обеспечение благополучия как нынешнего, так и будущих поколений.

Ключевые слова: сточные воды, водоочистка, загрязняющие вещества, очистные сооружения, технологии очистки, методы очистки.

OPTIMIZATION OF WASTE WATER TREATMENT PROCESSES AND INTEGRATION OF NEW TECHNOLOGIES

Ussenov S.A., master's degree student
Mukhtarov A.K., candidate of chemical sciences, assistant professor
Nuraliyev A.A., master's degree student

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

Annotation. Water is not only a vital resource for sustaining life but also a critical factor in the delicate balance of ecosystems. The mispricing and misuse of water in various sectors have led to alarming consequences, exacerbated by the global surge in population and industrial growth, particularly in developing nations. This surge has not only intensified the demand for water but has also given rise to the production of wastewater laden with perilous pollutants and unidentified contaminants. The implications of inadequate wastewater treatment extend beyond the immediate environment. If not handled meticulously, untreated wastewater poses a severe threat as toxic pollutants can permeate the soil, eventually contaminating precious groundwater resources. This emphasizes the urgent need for comprehensive wastewater management strategies that encompass treatment, reuse, and safe disposal practices. This review delves into the multifaceted dimensions of designing effective and sustainable

wastewater treatment systems. Key considerations include the thorough characterization of wastewater, adopting a stage-wise treatment approach, integrating cutting-edge technology features, employing robust modeling methodologies, conducting meticulous cost evaluations, and assessing the environmental impact of these systems. By addressing these components, it becomes possible to develop wastewater treatment solutions that not only purify water but also minimize adverse effects on ecosystems. As we navigate the challenges associated with wastewater management, it is crucial to emphasize the importance of information exchange, interdisciplinary collaborations, and convergent research. The complexities of water-related issues demand a collective effort from experts across various fields to develop holistic and innovative solutions. The future hinges on fostering partnerships that transcend disciplinary boundaries, promoting the exchange of knowledge, and encouraging collaborative research endeavors. Only through such concerted efforts can we hope to achieve sustainable water management practices and secure the well-being of both present and future generations.

Keywords: wastewater, water treatment, pollutants, treatment facilities, treatment technologies, treatment methods.

ҚОҒАМДЫҚ ТАМАҚТАНУДАҒЫ НАССР ЖҮЙЕСІ БОЙЫНША ҚАУІПСІЗДІК ПЕН САПАНЫҢ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ ЭНЕРГИЯ МЕН РЕСУРС ҮНЕМДЕУ

Тунгышбаева У.О., PhD, қауымдастырылған профессор

ulbala_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0593-1130>

Амиргалинова А.М., 1 курс магистранты

aygerim.amirgalinova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6670-5254>

Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада жалпы тамақтандыру саласында НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) жүйесі мен энергия үнемдеу және ресурстарды тиімді пайдалану принциптерінің өзара байланысы зерттеледі. НАССР — тамақ қауіпсіздігін басқарудың халықаралық деңгейде танылған жүйесі ретінде тамақ өнімдерін өндірудің барлық кезеңдерінде тәуекелдерді азайтуда маңызды рөл атқарады. Дегенмен, бұл жүйенің тиімділігін энергия мен ресурстарды үнемдеу технологияларымен біріктіру арқылы айтарлықтай арттыруға болады, бұл тек шығындарды қысқартуға ғана емес, сонымен қатар кәсіпорындардың тұрақты дамуына ықпал етеді.

Қазақстанның нормативтік-құқықтық негіздемелері, соның ішінде «Экологиялық кодекс» және «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» Заң, тамақ өнеркәсібінде «жасыл» технологияларды енгізу үшін негіз болып табылады. Ерекше назар IoT-мониторинг, энергия тиімді жабдықтар және қалдықтарды өңдеу жүйелері сияқты заманауи шешімдерге аударылады, олар НАССР талаптарына сәйкес өндірістік процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Дәстүрлі датчиктер мен интеллектуалды жүйелерді қолданудың салыстырмалы деректері келтіріліп, соңғылардың сыни бақылау нүктелерін автоматтандыру контекстіндегі артықшылықтары көрсетіледі. НАССР-ті энергия үнемдеу тәжірибесімен үйлестіру тек өнімнің қауіпсіздігі мен сапасын арттыруға ғана емес, сонымен қатар экологиялық тұрақты қызметке деген сұранысты қанағаттандыра отырып, кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін нығайтатыны атап өтіледі.

Мақала тамақ қауіпсіздігі саласының мамандарына, экологтарға және тұрақты даму принциптерін енгізуге қызығатын жалпы тамақтандыру кәсіпорындарының басшыларына арналған.

Тірек сөздер: НАССР, энергия үнемдеу, ресурс тиімділігі, қоғамдық тамақтану, тамақ қауіпсіздігі, жасыл экономика.

Кіріспе. Қоғамдық тамақтану саласында тамақ қауіпсіздігі мен сапасын қамтамасыз ету маңызды мәселелердің бірі болып табылады. НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) жүйесі өндіріс процесінде тәуекелдерді анықтауға және бақылауға мүмкіндік береді, бұл тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін арттырады. Сонымен қатар, қазіргі таңда энергия мен ресурстарды үнемдеу жаһандық тұрақты даму мақсаттарының бірі болып отыр. Қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында энергия тиімділігі мен ресурстарды ұтымды пайдалану экономикалық шығындарды азайтып қана қоймай, НАССР қағидаларын сақтау арқылы тағам сапасын жақсартуға ықпал етеді. Сондықтан энергия мен ресурстарды үнемдеудің НАССР жүйесімен байланысын зерттеу өзекті болып табылады [1–4].

Зерттеу мақсаты. Қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында энергияны артық тұтыну және ресурстарды тиімсіз пайдалану өндірістік шығындардың көбеюіне, қоршаған ортаға теріс әсер етуге және азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін. НАССР жүйесін енгізу кезінде энергия үнемдеу технологияларының рөлін ескеру арқылы осы мәселелерді шешуге болады. Осы зерттеудің мақсаты – НАССР қағидалары негізінде қоғамдық тамақтану орындарында энергия мен ресурстарды үнемдеудің маңыздылығын негіздеу және оның тиімділігін арттыру жолдарын ұсыну [5–7].

Материалдар мен әдістер. Бұл зерттеуде қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында қолданылатын энергия және ресурс үнемдеу әдістері қарастырылды. НАССР жүйесінің талаптарына сәйкес келетін бақылау технологиялары зерттелді. Салыстырмалы талдау әдісі арқылы қарапайым температура датчиктері мен IoT технологияларының тиімділігі бағаланды. Қоғамдық тамақтану саласында НАССР жүйесінің маңыздылығы туралы көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілген. Зерттеулерде НАССР-тің негізгі қағидалары – қауіпті талдау, бақылау нүктелерін анықтау, түзету шараларын қабылдау – тамақ өнімдерінің сапасын арттыруға ықпал ететіні көрсетілген. Сонымен қатар, қоғамдық тамақтануда энергияны үнемдеудің маңыздылығы туралы еңбектерде инновациялық технологияларды қолдану, қалдықтарды азайту және энергия тиімді жабдықтарды енгізу қажеттілігі атап өтіледі. Алайда, энергия мен ресурстарды үнемдеудің НАССР жүйесімен байланысын қарастыратын кешенді зерттеулер әлі де жеткіліксіз. Сондықтан бұл зерттеу осы саладағы ғылыми олқылықтардың орнын толтыруға бағытталған [8].

Энерго және ресурс үнемдеу НАССР жүйесі аясында қоғамдық тамақтану қауіпсіздігі мен сапасын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және энергия шығындарын азайту өнімнің өзіндік құнын төмендетуге ғана емес, сондай-ақ азық-түлік қауіпсіздігін арттыруға да ықпал етеді. Қазақстанда энерготииімділік пен ресурс үнемдеу мәселелері Экологиялық кодекс пен «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» заң сияқты бірқатар нормативтік-құқықтық актілермен реттеледі. Мемлекеттік саясат «жасыл экономика» қағидаларын дамытуға бағытталған, бұл әсіресе энергия тұтыну мен су шығыны жоғары қоғамдық тамақтану кәсіпорындары үшін өзекті. Қазіргі заманғы ресурс үнемдейтін технологияларды, соның ішінде энерготииімді жабдықтарды, су тазарту және қалдықтарды қайта өңдеу жүйелерін пайдалану өндірістік шығындарды азайтуға ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаға түсетін жүктемені төмендетуге де мүмкіндік береді. НАССР жүйесін энергия және ресурс үнемдеу қағидаларымен біріктіру тағам қауіпсіздігін басқарудың кешенді тәсілін қамтамасыз етеді, ластану қаупін барынша азайтады және өндірістік процестерді оңтайландырады [9–10].

Сонымен қатар, халықаралық тәжірибе көрсеткендей, тұрақты даму қағидаларын ұстанатын қоғамдық тамақтану кәсіпорындары бәсекелестік артықшылықтарға ие болады, өйткені тұтынушылар өнімнің экологиялық тазалығы мен қауіпсіздігіне көбірек мән береді. Осылайша, энерго және ресурс үнемдейтін технологияларды НАССР жүйесіне интеграциялау тұрақты және қауіпсіз тамақ өнеркәсібін қалыптастырудағы маңызды қадам болып табылады.

Зерттеу нәтижелері және талқылау. Қоғамдық тамақтанудағы НАССР бойынша энергия мен суды қолдану, қалдықтардың пайда болуы және парниктік газдардың шығарылуы арқылы қоршаған ортаға айтарлықтай әсер етеді. Экологиялық тәжірибелерді енгізу бұл әсерді азайтуға ғана емес, сонымен қатар шығындарды қысқартуға, мекеменің беделін арттыруға және жаңа клиенттерді тартуға мүмкіндік береді [11-15].

1. *Энергияны тұтыну.* Мейрамхананың ас үйі - энергияның негізгі тұтынушысы. Пісіру пештері, тоңазытқыштар, жарықтандыру және вентиляция жүйелері көп энергия қажет етеді.

Энергия тұтынымын азайту әдістері:

- А++ сыныптағы энергия үнемдейтін құрылғыларды орнату;
- LED жарықтандыру және козғалыс датчиктерін қолдану;
- Газды плиталардың орнына индукциялық плиталарды пайдалану;
- Құрылғылардың тиімділігін сақтау үшін тұрақты техникалық қызмет көрсету.

2. *Су ресурстарын пайдалану.* Мейрамханалар тамақ дайындауға, ыдыс жууға және санитариялық қажеттіліктерге айтарлықтай су жұмсайды.

Экологиялық шешімдер:

- Суды үнемдейтін ыдыс жуғыш машиналарды орнату;
- Крандарға аэраторлар орнату;

- Суды қайта пайдалану жүйелерін қолдану;
 - Қызметкерлерді суды үнемдеу әдістеріне үйрету.
2. *Қалдықтарды басқару.* Тамақ қалдықтары мейрамхана қалдықтарының 30% құрайды. Қоқыс алаңдарында ыдыраған кезде олар метан шығарады - күшті парниктік газ.
- Шешу жолдары:
- Сатып алулар мен порцияларды нақты есептеу;
 - Қалдықтарды бөлек жинау жүйесін енгізу;
 - Органикалық қалдықтарды компостеу;
 - Фудшеринг бағдарламаларына қатысу.
3. *Қаптама материалдары.* Жеткізуге және қаптамаға арналған бір реттік қаптамалар қоршаған ортаға байланысты ауыр мәселе туғызады.
- Альтернативалар:
- Өсімдік шикізатынан жасалған биоыдырайтын қаптамалар;
 - Қайта пайдаланатын контейнерлер;
 - Өз ыдыстарын қолдану үшін клиенттерді ынталандыру жүйесі.
4. *Өнімдерді сатып алу.* Жеткізушілерді таңдау мейрамхананың экологиялық ізіне тікелей әсер етеді.
- Ұсыныстар:
- Жергілікті және маусымдық өнімдерге басымдық беру;
 - Органикалық және экологиялық сертификатталған тауарларды таңдау;
 - Жануарлардан алынған өнімдердің үлесін азайту;
 - Жойылып бара жатқан балық түрлерінен бас тарту.
5. *Экологиялық таза химия.* Қатал тазалау құралдарын қолдану қоршаған ортаға және қызметкерлердің денсаулығына зиян келтіреді.
- Шешім:
- Экологиялық таза тазалау құралдарына көшу;
 - Тұтынуды бақылау үшін дозаторларды қолдану;
 - Фосфатсыз тазалау қоспаларын пайдалану.
6. *Тасымалдау.* Өнімдердің логистикасы мекеменің көміртек ізіне әсер етеді.
- Оңтайландыру:
- Жергілікті жеткізушілермен ынтымақтастық
 - Жеткізуді біріктіру
 - Жеткізу үшін электромобильдерді қолдану
- Қоғамдық тамақтану саласында энергия тұтыну мен өнімдерді сақтау шарттарын бақылау технологияларын енгізу әртүрлі тәсілдер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін: қарапайым датчиктерден бастап заманауи IoT құрылғыларына дейін. Өнімдерді тоңазытқыш жабдықтарында сақтау температурасын бақылау мысалында олардың салыстырмалы талдауын (1-кесте) қарастырайық.

1-кесте – Қарапайым датчик пен IoT құрылғыларын ресурсты тұтынуды бақылау жүйесінде қолдану талдауы

Параметр	NTC10 - қарапайым температура датчигі	ClimeTraq - бұлттық мониторингі бар IoT құрылғысы
1	2	3
Функционалдық мүмкіндіктері	Белгіленген диапазонда температураны өлшейді және деректерді жергілікті түрде көрсетеді.	Деректерді нақты уақыт режимінде бұлттық платформаға жібереді, қашықтан бақылау мүмкіндігі.
Деректерді жинау әдісі	Жергілікті – көрсеткіштерді физикалық тексеруді талап етеді.	Автоматты – деректер нақты уақыт режимінде жиналып, талданады
Хабарландыру тәсілдері	Жоқ, тек визуалды түрде көрсеткіштерді оқу мүмкіндігі бар.	Температура ауытқығанда хабарлама жібереді (SMS, e-mail, қосымша)

1	2	3
Процесті автоматтандыру	Жоқ, бақылау үшін қолмен араласу қажет.	Толық автоматтандыру – НАССР-пен интеграциялау, цифрлық журнал жүргізу.
Ауытқуларға реакция	Мәселе анықталған жағдайда деректер қолмен тіркеледі.	Қызметкерлерге араласу қажеттілігі туралы автоматты түрде хабарлайды.
Параметр	NTC10 - қарапайым температура датчигі	ClimeTraq - бұлттық мониторингі бар IoT құрылғысы
Орнату күрделілігі	Оңай орнатылады, желіге қосуды қажет етпейді.	Wi-Fi немесе арнайы желіге қосылуды, бағдарламалық жасақтаманы реттеуді талап етеді.
Параметр	NTC10 - қарапайым температура датчигі	ClimeTraq - бұлттық мониторингі бар IoT құрылғысы
Құны	Төмен, бюджеттік нұсқа.	Жоғары, бірақ автоматтандыру арқылы шығындарды азайтады.
НАССР жүйесіндегі тиімділігі	Негізгі бақылау үшін жарамды, бірақ адам факторы алынып тасталмайды	НАССР талаптарына сәйкес дәлірек және жедел бақылауды қамтамасыз етеді.

Қоғамдық тамақтану саласында энергия тұтыну мен өнімдерді сақтау шарттарын бақылау технологияларын енгізу әртүрлі тәсілдер арқылы жүзеге асырылуы мүмкін: қарапайым датчиктерден бастап заманауи IoT құрылғыларына дейін. Өнімдерді тоңазытқыш жабдықтарында сақтау температурасын бақылау мысалында олардың салыстырмалы талдауын қарастырайық.

Нәтижелерді талқылау. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қарапайым температура датчиктері кішігірім кәсіпорындар үшін үнемді және ыңғайлы шешім бола алады. Алайда, НАССР талаптары бойынша тәуекелдерді барынша азайту маңызды болған жағдайда, IoT құрылғылары айтарлықтай артықшылықтар береді. Олар мониторингті автоматтандыру, қашықтан бақылау және басқа да қауіпсіздік басқару жүйелерімен интеграциялау мүмкіндігін ұсынады. Бұл құрылғыларды енгізу адам қателіктерінің ықтималдығын азайтады және кез келген ауытқуларға уақтылы жауап беруге мүмкіндік береді, осылайша энергия мен ресурс үнемдеуді тиімдірек етеді.

Қорытынды. Қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында НАССР жүйесі мен энергия және ресурс үнемдеу технологияларын интеграциялау қазіргі заманғы тұрақты даму қағидаттарына сәйкес маңызды қадам болып табылады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, энергияны тиімді пайдалану және ресурстарды ұтымды басқару қоғамдық тамақтану саласындағы өндірістік шығындарды азайтып, тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қоғамдық тамақтану кәсіпорындарында экологиялық тәжірибелерді енгізу - бұл сәндік емес, қазіргі заманның қажеттілігі. Энергияны үнемдеуге, су ресурстарын пайдалануға, қалдықтарды басқаруға және сатып алуларға кешенді тәсіл қоршаған ортаға деген жүктемені айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Мұндай шаралар табиғатқа ғана емес, сонымен қатар бизнес тиімділігін арттыруға, оң имидж құруға және экологиялық саналы тұтынушылардың сұраныстарына сай келуге ықпал етеді.

НАССР жүйесі тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында өндіріс процесіндегі тәуекелдерді бақылауға арналған жүйелі әдіс ретінде маңызды рөл атқарады. Энергия үнемдеу және ресурстарды тиімді пайдалану НАССР қағидаттарын күшейте отырып, өндірістік шығындарды төмендетуге, сондай-ақ экологиялық тұрақтылықты сақтауға ықпал етеді.

Зерттеуде қарапайым температура датчиктері мен заманауи IoT технологиялары салыстырылып, олардың НАССР талаптарына сәйкестігі мен энергияны тиімді басқарудағы артықшылықтары бағаланды. IoT құрылғыларының артықшылықтары қатарында нақты уақыт режиміндегі мониторинг, автоматтандырылған деректерді жинау

және температуралық ауытқуларға жедел әрекет ету мүмкіндігі атап өтілді. Бұл технологиялар адам факторын азайтып, НАССР талаптарына сәйкестікті жақсартады.

Қазақстандағы нормативтік-құқықтық база, соның ішінде «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы» заң және Экологиялық кодекс, қоғамдық тамақтану саласында энергия тиімді шешімдерді енгізуді ынталандырады. Жасыл экономика қағидаттарын сақтау аясында НАССР жүйесін энергия және ресурс үнемдеу технологияларымен үйлестіру азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің кешенді тәсілін ұсынады.

Халықаралық тәжірибе көрсеткендей, энергия және ресурс үнемдеу қағидаттарын қолданатын қоғамдық тамақтану кәсіпорындары бәсекелестік артықшылықтарға ие болады. Тұтынушылар экологиялық таза және қауіпсіз өнімдерді таңдауға көбірек көңіл бөлетіндіктен, НАССР жүйесімен интеграцияланған энергия үнемдеу технологиялары кәсіпорындардың нарықтағы орнын нығайтуға мүмкіндік береді.

Жалпы, зерттеу нәтижелері НАССР жүйесінің энергия және ресурс үнемдеумен үйлесімді енгізілуі тамақ өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің және өндірістік шығындарды оңтайландырудың тиімді әдісі екенін көрсетті. Қоғамдық тамақтану кәсіпорындары үшін автоматтандырылған мониторинг жүйелерін енгізу ұсынылады, себебі олар процестердің тиімділігін арттырумен қатар, халықаралық стандарттарға сәйкестікті қамтамасыз етеді. Болашақта бұл бағыттағы зерттеулерді кеңейту және энергия тиімді технологияларды одан әрі дамыту қажет.

Әдебиеттер

[1] **Тунгышбаева, У.О.**, Уажанова Р.У., Маннино С. Оценка эффективности внутренней подготовки кадров по системе НАССР на хлебопекарном предприятии А Республики Казахстан // Научно-технический журнал «Новости науки Казахстана», 2018. – С.148-159.

[2] **Габдукаева, Л.З.** Проблемы и перспективы внедрения методики НАССР на отечественных предприятиях питания для обеспечения качества и безопасности производства кулинарной продукции / Л.З. Габдукаева, О.А. Решетник, А.М. Файзулин // Вестник Казанского технологического университета, 2015. – №21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-vnedreniya-metodiki-hassp-na-otchestvennyh-predpriyatiyahpitaniya-dlya-obespecheniya-kachestva-i-bezopasnosti> (дата обращения 24-05-2024).

[3] **Димитриев, А.Д.** Менеджмент качества пищевой продукции: введение системы НАССР / А.Д. Димитриев, А.Ю. Трифонова, Н.В. Хураськина // Вестник РУК, 2017. – №2 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhmentkachestva-pischevoy-produktsii-vvedenie-sistemy-hassp> (дата обращения 25-05-2024)

[4] Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krasikc-apk.ru/wp-content/uploads/Books/Ресурсосберегающие%20технологии%20-%20состояние,%20перспективы,%20эффективность.pdf> (дата обращения 24-05-2024)

[5] **Абрамян, С.Г.** Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в строительстве [Текст] / С. Г. Абрамян, Р. Х. Ишмаметов // Волгоград: ВолгГТУ, 2019. – 250 с.

[6] Энергосбережение и энергосберегающие технологии: перспективы инновационного развития [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-i-energoberegayushchie-tehnologii-perspektivy-innovatsionnogo-razvitiya> (дата обращения 11-08-2024)

[7] Современные технологии энерго- и ресурсосбережения в ЖКХ: опыт и перспективы [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tehnologii-energo-i-resursoberezheniya-v-zhkh-opyt-i-perspektivy> (дата обращения 12-09-2024)

[8] Мировые тенденции развития энергосберегающих технологий [Электронный ресурс] // НаукаРу. - Режим доступа: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/37005/view> (дата обращения 05-03-2024)

- [9] **Маликова, С.М.** Энергия тиімді жобалау және құрылысы: оқу құралы. С.М. Маликова, А.Б. Шингужиева. – Алматы, 2021. – 120б.
- [10] **Садықова, Л.А.** Өнеркәсіпті электрмен жабдықтаудың энергоаудиті: Оқу құралы / Л.А. Садықова, А.А. Булатов. – Алматы: Альманахъ, 2020. – 156б.
- [11] **Хабдуллин, А.Б.** Баламалы энергия көздері : Әдістемелік нұсқаулар. – Рудный: РИИ, 2015. – 12 б.
- [12] **Ғлинов, М.Ш.** Энергия үнемдеудің және энергия тиімділігінің негіздері [Мәтін]: Оқу құралы. – Алматы: Бастау, 2014. – 288 б.
- [13] **Pulatov, Abror** Basic Energy-Saving Principles at the Enterprises of Public Catering, E3S Web of Conferences 216, 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601136> (дата обращения 12-11-2024)
- [14] **Abrahamse, W.** How to effectively encourage sustainable food choices: a mini-review of available evidence. – Front Psychol 11:589674. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.589674>
- [15] **Apetito, Menü-Charts** Klassiker, vegetarische Gerichte und Internationales im Trend // Pressemeldung, 2018. https://www.apetito.de/presse/2019/05/apetito_menu_charts_2019 (дата обращения 13-08-2024)

References:

- [1] **Tungyshbaeva, U.O., Uazhanova R.U., Mannino S.** Ocenka effektivnosti vnutrennej podgotovki kadrov po sisteme NASSR na hlebopekarnom predpriyatii A Respubliki Kazakhstan // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Novosti nauki Kazahstana», 2018. – S.148-159. [in Russian]
- [2] **Gabdukaeva, L.Z.** Problemy i perspektivy vnedreniya metodiki HACCP na otechestvennyh predpriyatiyah pitaniya dlya obespecheniya kachestva i bezopasnosti proizvodstva kulinarnoj produkcii / L.Z. Gabdukaeva, O.A. Reshetnik, A.M. Fajzulin // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta, 2015. – № 21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-vnedreniya-metodiki-hassp-na-otchestvennyh-predpriyatiyah-pitaniya-dlya-obespecheniya-kachestva-i-bezopasnosti>. (data obrashheniya 24-05-2024) [in Russian]
- [3] **Dimitriev, A.D.** Menedzhment kachestva pishchevoj produkcii: vvedenie sistemy HACCP / A.D. Dimitriev, A.YU. Trifonova, N.V. Huras'kina // Vestnik RUK, 2017. – №2 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhmentkachestva-pischevoy-produktsii-vvedenie-sistemy-hassp> (data obrashheniya 25-05-2024) [in Russian]
- [4] Resursosberegayushchie tekhnologii: sostoyanie, perspektivy, effektivnost' [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://krasikc-apk.ru/wp-content/uploads/Books/Ресурсыберегающие%20технологии%20-%20состояние,%20перспективы,%20эффективность.pdf> (data obrashheniya 24-05-2024) [in Russian]
- [5] **Abramyan, S.G.** Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii v stroitel'stve [Tekst] / S. G. Abramyan, R. H. Ishmametov // Volgograd: VolgGTU, 2019. – 250 s. [in Russian]
- [6] Energoberezhenie i energosberegayushchie tekhnologii: perspektivy innovacionnogo razvitiya [Elektronnyj resurs] // KiberLeninka. – Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoberezhenie-i-energoberegayushchie-tehnologii-perspektivy-innovatsionnogo-razvitiya> (data obrashheniya 11-08-2024) [in Russian]
- [7] Sovremennye tekhnologii energo- i resursosberezheniya v ZHKH: opyt i perspektivy [Elektronnyj resurs] // KiberLeninka. - Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-energo-i-resursosberezheniya-v-zhkh-opyt-i-perspektivy> (data obrashheniya 12-09-2024) [in Russian]
- [8] Mirovye tendencii razvitiya energosberegayushchih tekhnologij [Elektronnyj resurs] // NaukaRu. – Rezhim dostupa: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/37005/view> (data obrashheniya 05-03-2024) [in Russian]
- [9] **Malikova, S.M.** Energiya tiimdi zhobalau zhane qurylysy: oqu quraly/ S.M. Malikova, A.B. SHinguzhieva //Almaty, 2021. – 120b. [in Kazakh]
- [10] **Sadyqova, L.A.** Önerkäsipti elektrmen zhabdyqtaudyń energoauditi: Oqu quraly / L.A. Sadyqova, A.A. Bulatov // Almaty: Al'manah", 2020. – 156b. [in Kazakh]
- [11] **Habdullin A.B.** Balamaly energiya kozderi: Adistemelik nusqaular // Rudnyj: RII, 2015. – 12 b. [in Kazakh]

- [12] **Glinov, M.SH.** Energiya unemdeudin zhane energiya tiimdiligini negizderi [Mätin]: Oqu qūraly /Almaty: Bastau, 2014. – 288 b. [in Kazakh]
- [13] **Pulatov, Abror** Basic Energy-Saving Principles at the Enterprises of Public Catering, E3S Web of Conferences 216, 2020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601136>. (data obrashheniya 12-11-2024)
- [14] **Abrahamse, W.** How to effectively encourage sustainable food choices: a mini-review of available evidence // Front Psychol 11:589674. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.589674>
- [15] **Apetito, Menü-Charts** Klassiker, vegetarische Gerichte und Internationales im Trend // Pressemeldung, 2018. https://www.apetito.de/presse/2019/05/apetito_menu_charts_2019. (data obrashheniya 13-08-2024)

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ПО СИСТЕМЕ НАССР В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

Тунгышбаева У.О., PhD, ассоциированный профессор
Амиргалинова А.М., магистрант 1 курса

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В данной статье исследуется взаимосвязь между системой НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) и принципами энергосбережения и ресурсоэффективности в сфере общественного питания. НАССР, будучи международно признанной системой управления пищевой безопасностью, играет ключевую роль в минимизации рисков на всех этапах производства пищевой продукции. Однако ее эффективность может быть значительно повышена за счет интеграции с энерго- и ресурсосберегающими технологиями, что способствует не только снижению затрат, но и устойчивому развитию предприятий.

Анализируются нормативно-правовые аспекты Казахстана, включая Экологический кодекс и Закон "Об энергосбережении и повышении энергоэффективности", которые создают основу для внедрения "зеленых" технологий в пищевой промышленности. Особое внимание уделяется современным решениям, таким как IoT-мониторинг, энергоэффективное оборудование и системы утилизации отходов, которые позволяют оптимизировать производственные процессы в соответствии с требованиями НАССР.

Приводятся сравнительные данные по использованию традиционных датчиков и интеллектуальных систем, демонстрирующие преимущества последних в контексте автоматизации контроля критических контрольных точек. Подчеркивается, что сочетание НАССР с энергосберегающими практиками не только повышает безопасность и качество продуктов, но и укрепляет конкурентные позиции предприятий, отвечая растущему спросу на экологически устойчивые услуги.

Статья адресована специалистам в области пищевой безопасности, экологам и руководителям предприятий общественного питания, заинтересованным в реализации принципов устойчивого развития.

Ключевые слова: НАССР, энергосбережение, ресурсосбережение, общественное питание, пищевая безопасность, зеленая экономика.

ENERGY AND RESOURCE SAVING AS A BASIS FOR SAFETY AND QUALITY ACCORDING TO HACCP IN PUBLIC CATERING

Tungyshbayeva U.O., PhD, Associate Professor
Amirgalinova A.M., master's student

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. This article explores the relationship between the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) system and energy-saving and resource-efficient principles in the public catering sector. As an internationally recognized food safety management system, HACCP plays a crucial role in minimizing risks at all stages of food production. However, its effectiveness can be significantly enhanced by integrating energy- and resource-saving technologies, which not only reduce costs but also promote the sustainable development of enterprises.

The legal and regulatory framework of Kazakhstan, including the Environmental Code and the Law "On Energy Saving and Energy Efficiency Improvement," provides a foundation for implementing "green" technologies in the food industry. Special attention is given to modern solutions such as IoT monitoring, energy-efficient equipment, and waste management systems, which optimize production processes in line with HACCP requirements.

Comparative data on the use of traditional sensors and smart systems are presented, highlighting the advantages of the latter in automating critical control point monitoring. The article emphasizes that combining HACCP with energy-saving practices not only improves product safety and quality but also strengthens the competitive position of businesses by meeting the growing demand for environmentally sustainable services.

The article is intended for food safety specialists, environmentalists, and public catering managers interested in implementing sustainable development principles.

Keywords: HACCP, energy conservation, resource efficiency, public catering, food safety, green economy.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫ САПАСЫНЫҢ ТӨМЕНДЕУІНЕН ТУЫНДАЙТЫН ШЫҒЫНДАРДЫ БАҒАЛАУ

Балходжаева Г.Р., техника ғылымдарының магистрі
gbalkoja@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5066-1849>

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада электр энергиясының сапасының төмендеуінен туындайтын қосымша электр энергиясы шығындарын бағалау әдістемелері қарастырылады. Электр желілері элементтерінде (трансформаторлар, әуе және кабельдік желілер, жүктемелер) жоғарғы гармоникалардың әсерінен болатын шығындардың құрылымы мен мәні талданған. Жоғары дәлдікті бағалауға арналған күрделі әдістемелердің қолданылуы бастапқы ақпараттың көптігіне байланысты шектелетіндігі көрсетілді. Осыған байланысты, қарапайым инженерлік әдістемелерді әзірлеу қажеттілігі туындайды. Авторлар электр энергиясы сапасының көрсеткіштерімен (ЭЭСК) байланысты шығындарды тораптағы кернеу гармоникалары негізінде анықтауды ұсынады. Бұл тәсіл есептеу процесін жеңілдетіп, практикалық қолдануға қолайлы жағдай туғызады. Жұмыста сондай-ақ трансформатордағы шығындарды бағалауға арналған аналитикалық және эмпирикалық формулалар ұсынылады. Нәтижелер көрсеткендей, шығындарды бағалаудың қарапайым әдістемелері нақты жобалау және техникалық-экономикалық шешімдер қабылдау барысында тиімді пайдаланылуы мүмкін. Жаңа әдістемелерді әзірлеу арқылы өнеркәсіп пен энергетика саласындағы сапаны бақылау мен шығынды төмендету іс-шаралары негізделеді.

Тірек сөздер: электр энергиясы сапасы, қосымша шығындар, гармоникалық құраушылар, трансформатор, жоғарғы гармоникалар, инженерлік әдістемелер, ток пен кернеу бұрмалануы, электр желісі, сапа көрсеткіштері.

Кіріспе. Қазіргі уақытта бірқатар отандық және халықаралық стандарттарда электр энергиясының сапа көрсеткіштерінің (ЭЭСК) нормативтік мәндері белгіленген.

ЭЭСК мәндерінің осы нормативтік шектерден ауытқуы келесі жағымсыз салдарға әкелуі мүмкін:

- электр энергиясын беру және тарату жүйелеріндегі апаттар;
- релелік қорғау және автоматика құрылғыларының жалған іске қосылуы;
- электр оқшаулағышының тез тозуы және электр энергетикалық жабдықтың мерзімінен бұрын істен шығуы;
- технологиялық жабдықтың өнімділігінің төмендеуі;
- электр энергиясының шығындарының артуы.

ЭЭ сапасының төмендеуінен туындайтын экономикалық шығынды бағалау әрекеттері әртүрлі кезеңдерде нормативтік көрсеткіштерді негіздеу мақсатында жүргізілген. ЭЭ сапасын қалыпқа келтіру құралдарын негіздеп таңдау үшін де мұндай бағалау әдістемелері қажет.

Осы жұмыс аясында сапа төмендеген кезде туындайтын шығынның бір бөлігі — қосымша электр энергиясының шығындарына баға беру әдістемелері қарастырылады.

Электр энергиясының сапасының төмендеуі салдарынан туындайтын қосымша электр энергиясы шығындарын бағалау мәселесіне көптеген ғылыми жарияланымдар арналған [1–21]. Олардың ішінде электр желілері элементтеріндегі шығындарды бағалауға бағытталған зерттеулерді ерекше атап өтуге болады:

- әуе және кабельдік желілердегі шығындар [1–8];
- күштік трансформаторлардағы шығындар [1–3, 5, 6, 9–19];
- конденсатор батареяларындағы шығындар [10];
- фильтрлік-компенсациялық құрылғылардағы шығындар [10];

– асинхронды және синхронды электр қозғалтқыштардағы шығындар [2, 9, 10, 20].

Басқа жағынан алғанда, электр энергиясы шығындарының шамасына жекелеген сапа көрсеткіштерінің (ЭЭСК) әсерін қарастыратын жарияланымдар да бар. Атап айтқанда:

- кернеу мен ток формаларының бұрмалануы [1–5, 7–22];
- токтар мен кернеулердің асимметриясы [1, 5, 6, 10, 20, 22];
- тербелістер [10];
- кернеудің ауытқуы [5, 10, 20].

Осы мәселеге арналған бар ғылыми жарияланымдарды талдау нәтижесінде, көп жағдайда электр желілерінің жекелеген элементтеріндегі электр энергиясы шығындарын бағалау қарастырылатыны анықталды [1–3, 9–11, 13, 20]. Сонымен қатар, кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесі немесе электрмен жабдықтаушы ұйымның желісі бойынша жалпы шығындарға баға берілген бірқатар зерттеулер де бар [1, 3, 9, 13]. Әдетте, бұл жағдайда жекелеген элементтердегі шығындарды бағалау үшін әзірленген математикалық модельдер мен есептеу әдістемелері қолданылады, бұл өз кезегінде қажетсіз күрделі және көлемді есептеулерге алып келеді. Күрделі электр желілері үшін мұндай шығындарды бағалауға арналған жеңілдетілген әдістемелерді қарастыратын зерттеулер қазіргі уақытта жоқ. Сонымен қатар, белгілі әдістемелердің электр желілерінің нақты санаттары үшін қолдануға жарамдылығын негіздеу де жүргізілмеген.

Осы жұмыстың мақсаты – электр энергиясы сапасының төмендеуінен туындайтын қосымша электр энергиясы шығындарын есептеу әдістемелерінің жіктелімін жасау, бұл әдістемелерді қолдану мүмкін болатын салаларды анықтау және оларға қойылатын талаптарды тұжырымдау.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Әдебиеттерде сипатталған электр энергиясының қосымша шығындарын бағалау әдістемелері мен нәтижелері көптеген жағдайларда жекелеген сипатқа ие болып, қолдану салалары шектеулі. Оларды белгілі бір жағдайда қолдану мүмкіндігін бағалау үшін алдымен бұл әдістемелердің жіктелуін қарастыру қажет.

Электр энергиясы шығындарын бағалау әртүрлі деңгейде жүргізілуі мүмкін:

- электр желісінің жекелеген элементіне (мысалы, трансформатор, әуе немесе кабельдік желі және т.б.) немесе электр қабылдағышқа (асинхронды немесе синхронды қозғалтқыш және т.б.) қатысты;
- қандай да бір нысанның (кәсіпорынның) немесе нысандардың белгілі бір санатының электрмен жабдықтау жүйесіне қатысты;
- электрмен жабдықтаушы кәсіпорынның белгілі бір кернеу деңгейіндегі (немесе белгілі бір топологиядағы) электр желісіне қатысты;
- елдің энергетикалық шаруашылығына тұтастай (немесе жекелеген саласына) қатысты.

Бұл жағдайларда электр энергиясының қосымша шығындарын бағалауға әртүрлі тәсілдер қолданылуы мүмкін:

1. Бастапқы ақпараттың (жабдық параметрлері, электр желісінің жұмыс режимдері, электр энергиясының сапа көрсеткіштері) барынша толық көлемін ескере отырып, қосымша шығындарды ең жоғары дәлдікпен бағалау үшін есептеу әдістемелерін әзірлеу;
2. Қосымша электр энергиясы шығындарын бағалауға арналған жуық (инженерлік) әдістемелерді әзірлеу;
3. Белгілі бір электр желілері немесе электрмен жабдықтау жүйелері санаттары үшін қосымша шығындарды жуықтап бағалау;
4. Өнеркәсіп, көлік немесе елдің бүкіл энергетика саласы сияқты жекелеген салалар үшін қосымша электр энергиясы шығындарын жуықтап бағалау.

Қосымша электр энергиясы шығындарын бағалауға арналған белгілі бір тәсілді таңдау шешілетін міндетке байланысты анықталады. Электр желісінің (немесе электрмен жабдықтау жүйесінің) әрбір элементіндегі шығындарды есептеуге негізделген бағалау әдістемелері [1–3, 5, 9, 13] қолдану аясын шектейтін сипатқа ие және мынадай жағдайларда пайдаланылады:

- ғылыми зерттеулер жүргізу кезінде;
- әзірленіп жатқан инженерлік есептеу әдістемелерінің дұрыстығын тексеру кезінде;
- кейбір типтік сұлбалар үшін тексеру есептерін орындау кезінде;
- электр желісінің немесе электр қабылдағыштардың элементтерін жобалау кезінде орындалатын есептеулерде.

Бұл олардың қолданылуы электр желі элементтерінің параметрлері мен оның жұмыс режиміне (желінің барлық тармақтарындағы ток мәндері, тораптардағы сапа көрсеткіштері және т.б.) қатысты үлкен көлемдегі бастапқы ақпаратты қажет етуімен байланысты. Электр желілерін және электрмен жабдықтау жүйелерін жобалау кезеңінде мұндай бастапқы ақпарат көбінесе мүлде болмайды немесе жеткіліксіз болады. Ал желілерді пайдалану кезінде бұл әдістемелерді қолдану тек жұмыс режимінің тиісті параметрлерін бақылайтын автоматтандырылған жүйелер болған жағдайда ғана мүмкін. Бастапқы ақпараттың толық болмауы жағдайында бұл әдістемелерді пайдалану негізсіз болып табылады, өйткені есептеулердің (немесе тиісті математикалық модельдердің) күрделілігін арттырғанымен, нақты дәлдікті қамтамасыз етпейді.

Электр энергиясының сапасының төмендеуінен туындайтын қосымша шығындарды бағалауға арналған инженерлік әдістемелер бастапқы ақпараттың көлемін барынша азайта отырып, нәтижені қолайлы дәлдікпен қамтамасыз етуі тиіс. Бұл әдістемелер арқылы шешілетін негізгі міндеттер:

- электр энергиясы сапасының төмендеуінен туындайтын залалдың бір бөлігі ретінде қосымша шығындарды бағалау және жобалау сатысында сапа көрсеткіштерін (ЭЭСК) қалыпқа келтіруге бағытталған шешімдерді техникалық-экономикалық салыстыру және негіздеу кезінде қолдану;

- жекелеген кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелерінде немесе электр энергиясын жеткізуші ұйымдардың электр желілерінде сапа көрсеткіштерін (ЭЭСК) қалыпқа келтіру мақсатында қосымша техникалық шешімдерді қабылдау қажеттілігін бағалау.

Белгілі бір санаттағы электр желілері үшін жүргізілетін қосымша электр энергиясы шығындарын бағалау келесі міндеттерді шешу үшін қажет:

- қосымша электр энергиясы шығындары ескерілетіндей немесе оларды азайту; шараларын әзірлеуді талап ететін шектік мәндерден асатын жағдайларды бағалау;
- типтік сұлбалар үшін сапа көрсеткіштерін (ЭЭСК) қалыпқа келтіру шараларының экономикалық тиімділігін негіздеу.

Өнеркәсіптің жекелеген салалары, көлік немесе елдің жалпы энергетика секторы үшін электр энергиясының қосымша шығындарын бағалау — электр энергиясы сапасы саласындағы нормативтік құжаттарды негіздеу және сапа көрсеткіштерін (ЭЭСК) нормативке сәйкестендіруге бағытталған шаралардың ықтимал тиімділігін бағалау мақсатында пайдаланылуы мүмкін.

Электр энергиясы сапа көрсеткіштерінің нормативтік мәндерден ауытқуы нәтижесінде туындайтын қосымша шығындарды анықтау әдістемелерінің көпшілігіне тән кемшіліктердің бірі — авторлар бұл әдістемелердің мүмкін болатын қателіктерін талдап көрсетпейді және оларды қолдану салаларын нақтыламайды.

Электр энергиясының сапасының төмендеуінен туындайтын қосымша шығындарды бағалау әдістемелерін дұрыс таңдау үшін әрбір қолдану саласына байланысты есептеулердің қажетті дәлдік талаптарын алдын ала тұжырымдау қажет. Айқын нәрсе — ең жоғары дәлдік бірінші топтағы әдістемелер үшін қажет (және ол сол жерде жүзеге асырылуы мүмкін). Шешілетін есептің сипатына қарай, бұл жағдайда электр

энергиясының қосымша шығындарын анықтаудағы салыстырмалы қате 5...15% аралығында болуы мүмкін. Ал 2–4-топтағы әдістемелер үшін үлкенірек салыстырмалы қателік мәніне жол беріледі — шамамен 20...25% дейін.

Кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесі немесе электр энергиясын жеткізуші ұйымның электр желісі үшін бірінші топтағы әдістемелерді қолдана отырып, қосымша шығындарды бағалау — жабдық параметрлері мен электр желісінің жұмыс режимі туралы үлкен көлемдегі ақпаратты талап етеді. Осыған байланысты, екінші топтағы инженерлік әдістемелерді әзірлеу кезінде есепті жеңілдетіп, бағалауға жататын элементтер санын, ескерілетін жұмыс режимі параметрлері мен сапа көрсеткіштерін (ЭЭСК) шектеу орынды болып табылады. Қалалар мен өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелеріндегі электр энергиясы шығындарының құрылымын талдау (мысалы, [23]) көп жағдайда негізгі шығындар трансформаторларда (жүктеме кезіндегі және бос жүріс шығындары) және электр беру желілерінде (жүктеме кезіндегі шығындар) болатынын көрсетеді.

Көптеген жағдайларда электр қабылдағыштардағы шығындарды да ескеру қажет. Жұмыс режимінің ескерілетін параметрлерінің санын шектеу мүмкіндігін трансформаторлардағы электр энергиясының қосымша шығындарын, ток пен кернеу қисықтарының бұрмалануынан туындайтын шығындарды анықтау мысалында қарастырайық.

Электр желісі элементтеріндегі электр энергиясының қосымша шығындары, ток пен кернеу қисықтарының бұрмалануына байланысты, ең алдымен бұл элементтер арқылы синусоидалы емес токтардың өтуімен түсіндіріледі. Бұл токтарда өнеркәсіптік жиілік компонентімен (50 немесе 60 Гц) қатар жоғары жиілікті компоненттер — жоғарғы гармоникалық жиіліктер (ЖГЖ) болады.

Ток жиілігінің артуымен қатар, өзара байланысты бірнеше құбылыстың әсері байқалады [1, 24]: беткі эффект (ток өткізгіштің тек беткі қабатымен ағуы), жақын тұрған өткізгіштердің әсері (көршілес өткізгіштердің жақындасу эффекті),— тізбек параметрлеріне жақын маңдағы металл массаларының (корпус, экран, сауыт және т.б.) әсері. Бұл эффектілердің электр энергиясы шығындарына әсерін жоғарғы гармоникалық жиіліктерде желі элементтерінің активті кедергісінің артуы арқылы ескеруге болады. Яғни, бұл кедергі тұрақты токтағы немесе өнеркәсіптік жиіліктегі активті кедергіден жоғары болады. Элемент түріне қарай (әуе немесе кабельдік желі, шинопровод, трансформатор және т.б.) жоғарыда аталған эффектілердің әсері әртүрлі болады және ток жүретін бөліктердің арақашықтығы мен геометриялық пішініне тәуелді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Трансформатордағы активті электр энергиясы шығындарын екі негізгі түрге бөлуге болады: магниттік шығындар және жүктеме (нагрузка) кезіндегі шығындар. Магниттік шығындар — өз кезегінде: гистерезис шығындары (темірдің магниттелуі кезінде энергия жоғалту);

- құйынды токтардан туындайтын шығындар (вихрлік токтар темір өзекшеде пайда болады).

Жүктеме кезіндегі шығындар мыналарды қамтиды:

- орамалардағы мыс сымдарда пайда болатын шығындар (басты және қосымша шығындар: беткі эффект пен сым ішіндегі құйынды токтар есебінен);
- трансформатор бакасының қабырғаларында және басқа металл бөліктерде пайда болатын қосымша шығындар (оларды шашырау ағыны туындатады).

Бұл шығындар трансформатордың тиімділігіне және жылу режиміне тікелей әсер етеді. Жоғарғы гармоникалардың болуы әсіресе жүктеме кезіндегі шығындарды едәуір арттырады. [1, 5] еңбектерінде ток пен кернеу қисықтарының бұрмалануы кезінде трансформатордағы жиынтық шығындарды келесі түрде анықтау ұсынылады:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{м}} \left(\frac{I_L}{I_1} \right)^2 + \Delta P_{\text{в.т.(1)}} \left(\sum_{n=1}^N \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 n^2 \right) + (\Delta P_{\text{р(1)}} + \Delta P_{\text{д.в.т.(1)}}) \left(\sum_{n=1}^N \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2 n^{0,8} \right), \quad (1)$$

Мұндағы $\Delta P_{тр}$ — трансформатордағы жиынтық активті қуат шығындары, Вт; ΔP_m — синусоидалы ток кезінде мыс сымдардағы жалпы активті қуат шығындары, Вт; I_L — трансформатор орамаларындағы тоқтың тиімді мәні, салыстырмалы бірлікпен; I_1 — трансформатор орамаларындағы бірінші гармониканың ток мәні (негізгі жиілік), салыстырмалы бірлікпен; $\Delta P_{в.т.}$ — трансформатор толық жүктелгенде және ток пен кернеу синусоидалы болған жағдайда вихрлік токтардан туындайтын активті қуат шығындары, Вт; I_n — трансформатор орамаларындағы n -ші гармониканың ток мәні, салыстырмалы бірлікпен; $\Delta P_{р(1)}$ — трансформатор толық жүктелгенде және синусоидалы ток пен кернеу кезінде конструкциялық бөліктердегі шашырау шығындары, Вт; $\Delta P_{д.в.т.(1)}$ — трансформатор толық жүктелгенде және синусоидалы ток пен кернеу кезінде қосымша вихрлік токтардан туындайтын активті қуат шығындары, Вт.

Бұл шамалар трансформатордағы нақты шығындарды дәл анықтауға мүмкіндік береді, әсіресе кернеу мен ток формасының бұрмалануы кезінде. (1) өрнекті талдау оның кернеу қисығының формасының бұрмалануынан туындайтын магниттік шығындардың өзгерісін есепке алмайтынын көрсетеді. Бұл, көбінесе, орынды деп есептелуі мүмкін — егер электр энергиясының сапа көрсеткіштері (ЭЭСК) қолданыстағы стандарттардың талаптарына сәйкес келсе.

[1] еңбекте ток пен кернеу қисықтарының бұрмалануы кезінде трансформатордағы артқан жиынтық шығындарды қарапайым түрде бағалау келесі түрде ұсынылады:

$$\Delta P_{тр} = 3KI_1^2 R,$$

мұндағы, K — жоғарғы гармоникалық токтар (ЖГТ) әсерінен трансформатордың артық жүктелуін есепке алатын коэффициент; R — трансформатордың активті кедергісі, Ом.

Еуропа елдерінде коэффициент ККК — трансформатордағы жоғарғы гармоникалық токтардан (ЖГТ) туындайтын артық жүктемені ескеретін коэффициент — келесі формула бойынша бағаланады:

$$K = \sqrt{1 + \frac{c}{1+c} \left(\frac{I_1}{I} \right)^2 \sum_{n=2}^N n^q \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}, \quad (2)$$

Мұндағы: c — трансформатор орамаларынан негізгі жиіліктегі ток (50 Гц) өткен кездегі вихрлік токтардан туындайтын активті қуат шығындарының, дәл сол мәндегі тұрақты ток кезінде болатын шығындарға қатынасы; I — жоғарғы гармоникаларды (ЖГ) ескергендегі трансформатор орамаларынан өтетін айнымалы тоқтың тиімді мәні, А; q — трансформатор орамаларының конструкциялық ерекшеліктері мен ток жиілігіне байланысты тұрақты шама.

[1] жұмыс авторларының пікірінше, осы (2) өрнекті қолдану трансформатордағы электр энергиясы шығындарын анықтау әдістемесін едәуір жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Ал [11] жұмысында трансформатордағы жоғарғы гармоника жиіліктерінде туындайтын қосымша активті қуат шығындарын бағалау үшін келесі өрнекті қолдану ұсынылады:

$$\Delta P_{тр.иск} = 3 \sum_{n=2}^N I_n^2 R k_{нт}, \quad (3)$$

мұндағы, $k_{нт}$ — тоқтың n -ші гармоника жиілігінде трансформатордың активті кедергісінің артуын ескеретін коэффициент. Бұл коэффициент беткі эффект әсерінен жоғары жиілікте кедергінің өсуін көрсетеді. (күштік трансформаторлар үшін: $k_{5m}=2.1$, $k_{7m}=2.5$, $k_{11m}=3.2$, $k_{13m}=3.7$).

(4) өрнекті қолдану арқылы есептеу ең қарапайым тәсілдердің бірі болып табылады, алайда ол трансформатор арқылы өтетін токтың спектралдық құрамын ескеруді талап етеді. Егер электр желісі күрделі болса және құрамында бірнеше трансформаторлар, әуе және кабельдік желілер болса, онда (1)–(4) өрнектерін немесе соған ұқсас әдістемелерді қолдану үшін алдымен осы трансформаторлар мен желілер арқылы өтетін барлық токтардың спектрін анықтау қажет болады. Бұл өз кезегінде есептеуді айтарлықтай күрделендіреді.

Осыдан туындайтыны — электр энергиясының шығындарын қолайлы дәлдікпен бағалауға мүмкіндік беретін бастапқы ақпараттың минималды көлемін анықтау қажеттілігі және осыған сәйкес жеңілдетілген бағалау әдістемелерін әзірлеу қажеттігі.

Алдын ала жүргізілген талдау көрсеткендей, электр желісінің көптеген тармақтарындағы жоғарғы гармоникалық (ЖГ) токтардың шамасы көбінесе тораптардағы ЖГ кернеулерінің мәндерімен анықталады. Бұдан ерекшелік — бейсызық жүктемелер тікелей қосылған тармақтар, өйткені мұндай жағдайларда ЖГ токтарының деңгейі жүктеме сипатына тәуелді болады. Осыған байланысты қосымша электр энергиясы шығындарын бағалауға арналған әдістемелерді тармақтардағы ЖГ токтар емес, желі тораптарындағы ЖГ кернеу мәндеріне сүйене отырып әзірлеу орынды. Бұл тәсіл мұндай әдістемелерді қолдануды едәуір жеңілдетеді. Бұл ретте туындайтын шығындарды бағалаудың төмендеуі (нақты мәннен кемітіп көрсету) арнайы түзету коэффициенттерін енгізу арқылы түзетілуі мүмкін. Бұл коэффициенттер жекелеген тармақтардағы ЖГ токтардың артуын есепке алады және оларды электрмен жабдықтаудың типтік сұлбалары мен жүктемелеріне арналған алдын ала зерттеулер нәтижесінде анықтау қажет.

Қорытынды. Электр энергиясы сапа көрсеткіштерінің (ЭЭСК) нормативтік мәндерден ауытқуы нәтижесінде туындайтын қосымша электр энергиясы шығындарын бағалауға арналған белгілі әдістемелер электр жабдықтарының параметрлері мен электр желісінің жұмыс режимі туралы үлкен көлемдегі бастапқы ақпаратты қажет ететіні көрсетілді. Бұл, көптеген жағдайларда, олардың қолданылуын шамадан тыс күрделі әрі еңбек шығыны жоғары етеді.

1. Жүргізілген талдау негізінде электр энергиясының сапасының төмендеуінен туындайтын қосымша шығындарды есептеу әдістемелерінің жіктелуі жасалып, осы әдістемелердің ықтимал қолдану салалары анықталды, сондай-ақ оларға қойылатын талаптар тұжырымдалды.

2. Электр желісі тармақтарындағы ЖГ токтардың орнына тораптардағы ЖГ кернеу мәндеріне негізделген қосымша электр энергиясы шығындарын анықтау әдістемелерін әзірлеу орынды деп саналады. Бұл олардың практикалық қолданылуын айтарлықтай жеңілдетеді.

3. Алдағы зерттеулердің мақсаты — жекелеген электр желілері немесе электрмен жабдықтау жүйелері санаттары, сондай-ақ өнеркәсіп, көлік немесе елдің энергетикалық шаруашылығы сияқты салалар үшін электр энергиясының қосымша шығындарын жуықтап бағалауға арналған жеңілдетілген инженерлік әдістемелерді әзірлеу болып табылады.

Әдебиеттер

[1] Bantras, T., Čuk V., Cobben J.F.G., Kling W.L. Estimation and classification of power losses due to reduced power quality. – Abstracts of IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2012. – pp. 1-6.

[2] Yazdani-Asrami, M., Sadati S.M.B., Samadaei E. Harmonic study for MDF industries: a case study // Abstracts of IEEE Applied Power Electronics Colloquium, 2011. – pp. 149-154.

- [3] **Tofoli, F.L.**, Morais A.S., Gallo C.A., Sanhueza S.M.R., De Oliveira A. Analysis of losses in cables and transformers under power quality related issues // Abstracts of 19th Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. – vol. 3. – pp. 1521-1526.
- [4] **Desmet, J.J.**, Putman D.J., Vanalme G.M., Belmans R.J. Modelling and sensitivity analysis of the thermal behaviour of LV-cables for different current conditions // Abstracts of 11th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 2004. – pp. 471-476.
- [5] **Cobben, J.F.G.**, Cuk V., Kling W.L. Increasing energy efficiency by improving power quality // Abstracts of 15th WSEAS International Conference on Systems, 2011. – pp. 298-301.
- [6] **Bina, M.T.**, Kashefi A. Three-phase unbalance of distribution systems: Complementary analysis and experimental case study // International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2011. – vol. 33, no. 4. – pp. 817-826.
- [7] **Bhattacharyya, S.** Power quality requirements and responsibilities at the point of connection // Ph. D. diss. Eindhoven, 2011. – 268 p.
- [8] **Hagh, M.T.**, Milani A.R., Azimzadeh M.R. Investigation of harmonic current source effects on distribution and transmission lines capacity and losses: case study // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE), 2011. – iss. 8, vol. 3, no. 3. – pp. 81-85.
- [9] **Pereira, F.C.**, Souto O.C.N., De Oliveira J.C., Vilaca A.L.A., Ribeiro P.F. An analysis of costs related to the loss of power quality // Abstracts of 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 1998. – vol. 2. – pp. 777-782.
- [10] **Жежеленко, И.В.** Электромагнитная совместимость потребителей: монография / И.В. Жежеленко [и др.] – М.: Машиностроение, 2012. – 349 с.
- [11] **Sadati, S.M.B.**, Tahani A., Jafari M., Dargahi M. Derating of transformers under non-sinusoidal loads // Abstracts of 11th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 2008. – pp. 263-268.
- [12] **Sadati, S.M.B.**, Motevali B.D., Dargahi M., Yazdani-Asrami M. Evaluation of distribution transformer losses and remaining life considering network harmonic, based on analytical and simulation methods // Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2010. – vol. 4, no. 10. – pp. 5291-5299.
- [13] **Key, T.S.**, Lai J.-S. Costs and benefits of harmonic current reduction for switch-mode power supplies in a commercial office building // IEEE Transactions on Industry Applications, 1996. – vol. 32, no. 5. – pp. 1017-1025.
- [14] **Daut, I.**, Syafruddin H.S., Ali R., Samila M., Haziah H. The effects of harmonic components on transformer losses of sinusoidal source supplying non-linear loads // American Journal of Applied Sciences, 2006. – vol. 3, no. 12. – pp. 2131-2133.
- [15] **Biricik, S.**, Özerdem Ö.C. A method for power losses evaluation in single phase transformers under linear and nonlinear load conditions // Przegląd Elektrotechniczny – Journal of Electrical Review, 2011. – vol. 87, no. 12a. – pp. 74-77.
- [16] **Biricik, S.**, Özerdem Ö.C. Experimental study and comparative analysis of transformer harmonic behaviour under linear and nonlinear load conditions // Abstracts of 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering, 2011. – pp. 1-4.
- [17] **Kefalas, T.D.**, Kladas A.G. Harmonic impact on distribution transformer no-load loss // IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2010. – vol. 57, no. 1, pp. 193-200.
- [18] **Pan, C.**, Kong L., Zhenxin L., Zheng Q., Wang Z. Analysis based on improved method for transformer harmonic losses // Energy Procedia, 2012. – vol. 16. – pp. 1845-1851.
- [19] **Said, D.M.**, Nor K.M., Majid M.S. Analysis of distribution transformer losses and life expectancy using measured harmonic data // Proceedings of 14th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 2010. – pp. 1-6.
- [20] **Souto, O.C.N.**, De Oliveira J.C., Neto L.M., Ribeiro P.F. Power quality impact on performance and associated costs of three-phase induction motors. – Abstracts of 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 1998. – vol. 2. – pp. 791-797.
- [21] **Verma, M. K.**, Kaushik R., Prabhakar P., Sengupta M.K. Analysis of K-rated transformer to make it suitable to handle the harmonics generated by solid state devices on the load side // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2014. – vol. 4, iss. 9. – pp. 508-514.
- [22] **Ochoa, L.F.**, Ciric R.M., Padilha-Feltrin A., Harrison G.P. Evaluation of distribution system losses due to load unbalance // Abstracts of 15th Power Systems Computation Conference, 2005. – pp. 1-4.

[23] **Толшаков, А.В.** Анализ потерь в сетях электроснабжающих организаций Удмуртской рес публики и пути их снижения. Нормирование технологических потерь электрической // Промышленная энергетика, 2012. – № 8. – С. 2-5.

[24] **Жежеленко, И.В.,** Саенко Ю.Л. Амплитудно-частотные характеристики электрических сетей. – Мариуполь : ПГТУ, 1998. – 99 с.

References

[1] **Bantras, T.,** Ćuk V., Cobben J.F.G., Kling W.L. Estimation and classification of power losses due to reduced power quality // Abstracts of IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2012.– pp. 1-6.

[2] **Yazdani-Asrami, M.,** Sadati S.M.B., Samadaei E. Harmonic study for MDF industries: a case study // Abstracts of IEEE Applied Power Electronics Colloquium, 2011.– pp. 149–154.

[3] **Tofoli, F.L.,** Morais A.S., Gallo C.A., Sanhueza S.M.R., De Oliveira A. Analysis of losses in cables and transformers under power quality related issues // Abstracts of 19th Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004. – vol. 3. – pp. 1521-1526.

[4] **Desmet, J.J.,** Putman D.J., Vanalme G.M., Belmans R.J. Modelling and sensitivity analysis of the thermal behaviour of LV-cables for different current conditions. – Abstracts of 11th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 2004. – pp. 471-476.

[5] **Cobben, J.F.G.,** Cuk V., Kling W.L. Increasing energy efficiency by improving power quality // Abstracts of 15th WSEAS International Conference on Systems, 2011. – pp. 298-301.

[6] **Bina, M.T.,** Kashefi A. Three-phase unbalance of distribution systems: Complementary analysis and experimental case study. – International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 2011. – vol. 33, no. 4. – pp. 817-826.

[7] **Bhattacharyya, S.** Power quality requirements and responsibilities at the point of connection // Ph. D. diss. Eindhoven, 2011. – 268 p.

[8] **Hagh, M.T.,** Milani A.R., Azimzadeh M.R. Investigation of harmonic current source effects on distribution and transmission lines capacity and losses: case study // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE), 2011. – iss. 8, vol. 3, no. 3. – pp. 81-85.

[9] **Pereira, F.C.,** Souto O.C.N., De Oliveira J.C., Vilaca A.L.A., Ribeiro P.F. An analysis of costs related to the loss of power quality. – Abstracts of 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 1998. – vol. 2. – pp. 777-782.

[10] **Zhezhelenko, I.V.,** Shidlovskii A.K., Pivniak G.G., Saenko Iu.L., Noiberger N.A. Elektromagnitnaia sovместimost' potrebiteli [Electromagnetic compatibility of consumers] // Moscow, Mashinostroenie Publ., 2012. – 349 p. [in Russian]

[11] **Sadati, S.M.B.,** Tahani A., Jafari M., Dargahi M. Derating of transformers under non-sinusoidal loads // Abstracts of 11th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 2008. – pp. 263-268.

[12] **Sadati, S.M.B.,** Motevali B.D., Dargahi M., Yazdani-Asrami M. Evaluation of distribution transformer losses and remaining life considering network harmonic, based on analytical and simulation methods // Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2010. – vol. 4, no. 10. – pp. 5291-5299.

[13] **Key, T.S.,** Lai J.-S. Costs and benefits of harmonic current reduction for switch-mode power supplies in a commercial office building. – IEEE Transactions on Industry Applications, 1996. – vol. 32, no. 5. – pp. 1017-1025.

[14] **Daut, I.,** Syafruddin H.S., Ali R., Samila M., Haziah H. The effects of harmonic components on transformer losses of sinusoidal source supplying non-linear loads // American Journal of Applied Sciences, 2006. – vol. 3, no. 12. – pp. 2131-2133.

[15] **Biricik, S.,** Özerdem Ö.C. A method for power losses evaluation in single phase transformers under linear and nonlinear load conditions // Przegląd Elektrotechniczny – Journal of Electrical Review, 2011. – vol. 87, no. 12a. – pp. 74-77.

[16] **Biricik, S.,** Özerdem Ö.C. Experimental study and comparative analysis of transformer harmonic behaviour under linear and nonlinear load conditions // Abstracts of 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering, 2011. – pp. 1-4.

- [17] **Kefalas, T.D.**, Kladas A.G. Harmonic impact on distribution transformer no-load loss // IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2010. – vol. 57, no. 1. – pp. 193-200.
- [18] **Pan, C.**, Kong L., Zhenxin L., Zheng Q., Wang Z. Analysis based on improved method for transformer harmonic losses // Energy Procedia, 2012. – vol. 16. – pp. 1845-1851.
- [19] **Said, D.M.**, Nor K.M., Majid M.S. Analysis of distribution transformer losses and life expectancy using measured harmonic data // Proceedings of 14th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 2010. – pp. 1-6.
- [20] **Souto, O.C.N.**, De Oliveira J.C., Neto L.M., Ribeiro P.F. Power quality impact on performance and associated costs of three-phase induction motors // Abstracts of 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 1998. – vol. 2. – pp. 791-797.
- [21] **Verma, M. K.**, Kaushik R., Prabhakar P., Sengupta M.K. Analysis of K-rated transformer to make it suitable to handle the harmonics generated by solid state devices on the load side // International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2014. – vol. 4, iss. 9. – pp. 508-514.
- [22] **Ochoa, L.F.**, Ciric R.M., Padilha-Feltrin A., Harrison G.P. Evaluation of distribution system losses due to load unbalance // Abstracts of 15th Power Systems Computation Conference, 2005. – pp. 1-4.
- [23] **Tolshakov, A.V.** Analiz poter' v setiakh elektrosnabzhaiushchikh organizatsii Udmurtskoi respubliki i puti ikh snizheniia. Normirovanie tekhnologicheskikh poter' elektricheskoi energii [Analysis of losses in the networks of power supply organizations of the Udmurt Republic and ways to reduce them. Normalization of technological losses of electrical energy]. Promyshlennaiia energetika – Industrial power engineering, 2012, no. 8. – pp. 2-5. [in Russian]
- [24] **Zhezhelenko, I.V.**, Saenko Iu.L. Amplitudno-chastotnye kharakteristiki elektricheskikh setei [Amplitude-frequency characteristics of electrical networks] // Mariupol, PSTU Publ., 1998. – 99 p. [in Russian]

ОЦЕНКА ЗАТРАТ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Балходжаева Г.Р., магистр технических наук

Кызылординский университет имени Қорқыт-Ата, Кызылорда, Казакстан

Аннотация. В статье рассмотрены методики оценки дополнительных потерь электрической энергии (ЭЭ), возникающих в результате отклонения показателей качества электроэнергии (ПКЭ) от нормативных значений. Проанализированы причины возникновения потерь в элементах электрических сетей, включая трансформаторы, воздушные и кабельные линии, а также нагрузки с нелинейными характеристиками. Показано, что точные методики требуют большого объема информации и трудоемки в применении. В связи с этим предложен упрощенный подход, основанный на использовании гармоник напряжения в узлах сети вместо токов в ветвях. Представлены аналитические формулы и эмпирические коэффициенты для оценки потерь в трансформаторах. Результаты указывают на целесообразность применения инженерных методик с допустимой погрешностью 15–25% в условиях проектирования и эксплуатации. Разработка таких методов позволит повысить эффективность технических решений и улучшить управление качеством ЭЭ в различных отраслях.

Ключевые слова: качество электроэнергии, дополнительные потери, гармонические составляющие, трансформатор, высшие гармоники, инженерные методики, искажения тока и напряжения, электрическая сеть, показатели качества.

ESTIMATION OF COSTS RESULTING FROM A DECREASE IN THE QUALITY OF ELECTRICITY

Balkodzhaeva G.R., master of technical sciences

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan.

Abstract. This paper investigates methods for evaluating additional electrical energy (EE) losses caused by deviations in power quality indicators (PQI) from standard values. It analyzes the sources of losses in power system components such as transformers, overhead and cable lines, and non-linear loads. Traditional accurate assessment methods often require large amounts of input data and are labor-intensive. To address this, the authors propose simplified engineering approaches based on voltage harmonic content at network nodes instead of current harmonics in branches. Analytical expressions and empirical coefficients are provided for estimating losses in transformers under non-sinusoidal conditions. The findings show that simplified methods with acceptable error margins (15–25%) are suitable for practical use in design and operation. The proposed approaches facilitate effective technical and economic decision-making and may improve power quality management in industries, transportation, and national power systems. The research supports the development of accessible evaluation tools that reduce complexity while maintaining sufficient accuracy for real-world applications.

Keywords: power quality, additional losses, harmonic components, transformer, higher harmonics, engineering methods, voltage and current distortion, electrical network, quality indicators.

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Техника ғылымдары және технологиялар» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтіңде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен төмен болмауы тиіс).

– Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип Times New Roman, өлшемі – 12) (Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

- ХГТАР индексі – бірінші қатар жоғарыда, сол жақта (<http://grnti.ru>); оң жақта – журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;

- мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;

- автор(лардың)дың аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс);

- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив – 11-қаріп;

- **Андатпа.** Түп нұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегль) – 11-қаріп;

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегль) 11-қаріп;

- Негізгі мәтін (аралық интервал – 1, «азат жол» - 1,25 см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрациямен жазу(өлшемі (кегль) – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқанұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат Қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегль) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі <http://www.translit.ru> сайты арқылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

Келген мақала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалығы 80% - дан жоғары көрсеткіште болған мақала Редакцияның қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті (Technique_Journal@korkyt.kz)

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Технические науки и технологии» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский. **Структура и оформление статьи:**

1. Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 см, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) – 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://mrnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер-12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек);

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер-11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- Основной текст (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2. **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3. **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4. В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5. **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6. **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7. Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8. Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправления и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции. (Technique_Journal@korkyt.kz).

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Technical sciences and technologies» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Structure and design of the article:

1. The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins – 2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font: type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people);
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.

- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.

- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.

- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)

- Structure:

2. **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3. **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4. In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5. **Results/discussion:** an analysis and discussion of the results of the study is given.

6. **Conclusion/conclusions:** summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7. Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8. The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail (Technique_Journal@korkyt.kz)

МАЗМҰНЫ

Төлеген А.Е., Бисембаева Д.К. Жаһандық және жергілікті жағдайларда еңбекке бейімделуді зерттеудің заманауи әдістері	4
Дәуітбаева А.О., Қанатұлы Ш. Машиналық оқыту және аналитикадағы заманауи әдістер	12
Усенов С.А., Мухтаров А.К., Нұралиев Ә.А. Сарқынды суларды тазарту процесін оңтайландыру және жаңа технологияларды енгізу	20
Тунгышбаева У.О., Амиргалинова А.М. Қоғамдық тамақтанудағы НАССР бойынша қауіпсіздік пен сапаның негізгі ретінде энергия мен ресурс үнемдеу	29
Балходжаева Г.Р. Электр энергиясы сапасының төмендеуінен туындайтын шығындарды бағалау	37

СОДЕРЖАНИЕ

Төлеген А.Е., Бисембаева Д.К. Современные методы исследования трудовой адаптации в глобальном и локальном контексте	4
Даутбаева А.О., Қанатұлы Ш. Современные методы машинного обучения и аналитики	12
Усенов С.А., Мухтаров А.К., Нұралиев Ә.А. Оптимизация процессов очистки сточных вод и интеграция новых технологий	20
Тунгышбаева У.О., Амиргалинова А.М. Энергосбережение и ресурсосбережение как основа безопасности и качества по системе НАССР в общественном питании	29
Балходжаева Г.Р. Оценка затрат возникающих в результате снижения качества электроэнергии	37

CONTENT

Tolegen A. E., Bisembaeva D. K. Modern methods of researching labour adaptation in a global and local context	4
Dauitbayeva A.O., Kanatuly Sh. Modern methods of machine learning and analytics	12
Usenov S.A., Mukhtarov A.K., Nuraliyev A.A. Optimization of waste water treatment processes and integration of new technologies	20
Tungyshbayeva U.O., Amirgalinova A.M. Energy and resource saving as a basis for safety and quality according to haccp in public catering	29
Balkodzhaeva G.R. Estimation of costs resulting from a decrease in the quality of electricity	37

Техника ғылымдары
және технологиялар
журналы

Журнал
Технические науки
и технологии

Technical science
and technology
journal

2023 жылдан бастап шығады
Издается с 2023 года
Published since 2023

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Published four times a year

Редакция мекен-жайы:
120014, Қызылорда қаласы,
Әйтеке би көшесі, 29 «А»,
Қорқыт Ата атындағы
Қызылорда университеті

Адрес редакции:
120014, город Кызылорда, ул.
Айтеке би, 29 «А»,
Кызылординский университет
им. Коркыт Ата

Address of edition:
120014, Kyzylorda city,
29 «A» Aiteke bie str.,
Korkyt Ata Kyzylorda
University

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14
E-mail:
Technique_Journal@korkyt.kz

Құрылтайшысы: «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ
Учредитель: НАО «Кызылординский университет им. Коркыт Ата»
Founder: «Korkyt Ata Kyzylorda University» NJSC

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігі
берген бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі
алғашқы тіркеу KZ KZ37VPY00066487 16-наурыз, 2023 ж
қайта тіркеу № KZ44VPY00096431 9-маусым, 2024 ж.

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 16.09.2024 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2024 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841/8. Көлемі 3,2 шартты баспа табақ. Индекс 76216.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0193 Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 16.09.2024 г. Подписано в печать 30.09.2024 г.
Формат 60 × 841/8. Объем 3,2 усл. печ. л. Индекс 76216.
Тираж 50 экз. Заказ 0183. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. «Техника ғылымдары және технологиялар» журналында жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале «Технические науки и технологии», не могут воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal «Technical science and technology» can not be republished without reference.

Университет баспасы
120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.