

ISSN 1994-2443 (Print)  
ISSN 2949-2157 (Online)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
INTERNATIONAL CENTRE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION

# Информация и инновации Information and Innovations

# Информация и инновации

Международный рецензируемый научный журнал  
Издается с 2006 года  
**Т. 20, № 2, 2025**

**Цели и задачи.** Цель журнала «Информация и инновации» состоит в широком обмене научной и технической информацией, результатами исследований и разработок специалистов, работающих в различных областях науки и техники, научно-технической информации, экономики, образования, бизнеса в России и за рубежом. Редакционная политика журнала направлена на реализацию основных задач: информационная поддержка международного сотрудничества в областях науки, технологий и бизнеса; создание коммуникационной площадки для формирования устойчивых международных связей и расширения сотрудничества в сфере науки и инноваций; освещение лучших зарубежных практик организации научно-исследовательской и инновационной деятельности.

ISSN 1994-2443 (Print)  
ISSN 2949-2157 (Online)  
Предфикс DOI: 10.31432

**Учредитель, издатель, редакколлегия:**  
Международный центр научной и технической информации (МЦНТИ)

**Адрес:**  
125252, Россия, Москва,  
ул. Куусинена, 21-Б,  
МЦНТИ  
Тел.: +7(499)198-70-21  
Факс: +7(499)943-00-89  
Эл. почта: icsti@icsti.int  
Сайт журнала:  
<https://journal.icsti.int>

**Свидетельство о регистрации:**  
ПИ № ФС77-27294 от 22 февраля 2007 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Переодичность: 4 раза в год

Редактор-корректор:  
Л.П. Калмыкова  
Дизайн и вёрстка:  
И.В. Гришин

Типография АО «Т8 Издательские Технологии», Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.  
Печать офсетная. Тираж 500 экз.  
Цена свободная.

**Индексирование:**  
DOAJ, Crossref, CNKI, РИНЦ, реферируется в базе данных ВИНИТИ РАН

При цитировании ссылка на журнал «Информация и инновации» обязательна.

Копирайт: © Оформление, со-  
ставление, редактирование  
Информация и инновации, 2025

Материалы журнала доступны под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

**Главный редактор: Лончаков Юрий Валентинович,**

д.т.н., директор, МЦНТИ, Москва, Россия

**Заместитель главного редактора: Башкина Елена Михайловна,**

к.т.н., начальник отдела информационных ресурсов, МЦНТИ, Москва, Россия

## Редакционная Коллегия

**Аббасов Али Мамед оглы**, д.э.н., академик Национальной Академии Наук Азербайджана, советник НАНА, заведующий кафедрой Азербайджанского государственного экономического университета, Баку, Азербайджанская Республика

**Адамьянц Армен Ованесович**, к.т.н., доцент, член Ученого совета и редакционной коллегии, ГПНТБ России, Москва, Россия

**Антопольский Александр Борисович**, д.т.н., профессор, ИИОН РАН, Москва, Россия

**Белов Владимир Иванович**, д.и.н., профессор, директор, Научно-образовательный центр африканских исследований РУДН, Москва, Россия

**Содномсамбугийн Дэмбэрэл**, д.г.-м.н., академик, президент Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия

**Егоров Владимир Георгиевич**, д.и.н., первый заместитель директора, Институт стран СНГ, Москва, Россия

**Лиянаге Джанита Абейвикраме**, д.х.н., профессор, президент, Институт Химии, Цейлон, Республика Шри-Ланка

**Мамедов Захид Фаррух**, д.э.н., профессор, директор департамента Организации и управления научной деятельностью, Азербайджанский государственный экономический университет, Баку, Азербайджанская Республика

**Мун Дмитрий Вадимович**, к.э.н., заместитель директора, Агентство «Эмерком» МЧС России, Москва, Россия

**Стратан Александр Николаевич**, д.э.н., профессор, чл.-корр. Академии наук Молдовы; ректор, Молдавская Экономическая Академия, Кишинев, Республика Молдова

**Тран Дац Хьен**, доктор, генеральный директор, Национальное агентство научной и технологической информации Министерства науки и технологий Вьетнама

**Успенский Александр Алексеевич**, к.т.н., доцент, директор, Республиканский центр трансфера технологий, Минск, Республика Беларусь

**Фарруча Мануэль Пилото**, генеральный директор, Институт научной и технологической информации Министерства науки, технологий и окружающей среды Республики Куба

**Цветкова Валентина Алексеевна**, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, ВИНИТИ РАН, Москва, Россия

**Швейда Павел**, д.т.н., генеральный секретарь, Сообщество научных и технологических парков Чешской Республики, Прага, Чешская Республика

**Эльсергани Мохамед Ибрахим Мохамед**, д.с.-х.н., атташе по вопросам образования и культуры, директор Бюро Культуры, Посольство Арабской Республики Египет в Российской Федерации, Арабская Республика Египет

## Редакционный Совет

**Кожин Игорь Владимирович**, Глава Центра международного промышленного сотрудничества ЮНИДО в Российской Федерации, Москва, Россия

**Парfenov Valerij Pavlovich**, заместитель директора, МЦНТИ, Москва, Россия

# Information and Innovations

International peer-reviewed scientific journal

Published since 2006

Vol. 20, No. 2, 2025

**Focus and Scope.** The purpose of the journal "Information and Innovations" is to widely exchange scientific and technical information, the results of research and development of specialists working in various fields of science and technology, scientific and technical information, economics, education, and business in Russia and abroad. The editorial policy of the journal is aimed at implementing the main objectives: information support for international cooperation in the fields of science, technology and business; creation of a communication platform for the formation of sustainable international relations and expansion of cooperation in the field of science and innovation; coverage of the best world practices of organizing research and innovation activities.

ISSN 1994-2443 (Print)  
ISSN 2949-2157(Online)  
DOI Prefix: 10.31432

**Founder, Publisher, Editorial Office:**  
International Centre for Scientific and  
Technical Information (ICSTI)

**Address:** ICSTI,  
Kuusinen str., 21-B,  
Moscow, 125252, Russia,  
Phone: +7(499)198-70-21  
Fax: +7(499)943-00-89  
E-mail: icsti@icsti.int  
Website: <https://journal.icsti.int>

**Mass Media Registration Certificate:**  
PI No FS77-27294 as of 22 February 2007  
issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor)

Frequency: 4 times per year

Editor-proofreader:  
L. Kalmykova  
Design:  
I. Grishin

Printing house of JSC "T8 Publishing Technologies", Printing house address: 109316, Russia, Moscow, Volgogradsky pr-t, 42, bldg. 5.  
Offset printing. Print run 500 copies.  
Price flexible.

**Indexation:** the Journal is included in DOAJ, Crossref, RINC, reviewed in the VINITI RAS Database, CNKI

When citing, a reference to the journal "Information and Innovations" is required.

Copyright: © Compilation, design, editing. Information and Innovations, 2025

Distribution: content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License

**Editor-in-Chief: Yury V. Lonchakov,**

Dr. Sci. (Eng.), Director, ICSTI, Moscow, Russia

**Deputy Editor-in-Chief: Elena M. Bashkina,**

Cand. Sci. (Eng.), Head of Information Resources Division, ICSTI, Moscow, Russia

## Editorial Board

**Abbasov Ali Mamed oglu**, Dr. Sci. (Econ.), Academician of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Advisor to ANAS, Head of the UNEC Department for Digital economy and information and communication technologies, Baku, Azerbaijan Republic

**Armen O. Adamyants**, Cand. Sci. (Eng.), Docent, Member of the Academic Council and Editorial Board, Russian National public library for science and technology, Moscow, Russia

**Aleksander B. Antopol'sky**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Institute of Scientific Information for Social Sciences of the RAS, Moscow, Russia

**Vladimir I. Belov**, Dr. Sci. (History), Professor, Director, Center of African Studies, RUDN, Moscow, Russia

**Sodnomtsambuu Demberel**, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Academician, President of Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaator, Mongolia

**Vladimir G. Egorov**, Dr. Sci. (History), First Deputy Director, Institute of CIS countries, Moscow, Russia

**Janitha Abeywickrema Liyanage**, Dr. Sci. (Chem.), Professor, President, Institute of Chemistry, Ceylon, Republic of Sri Lanka

**Zahid Farrukh Mammadov**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Director of the UNEC Department for Organization and Management of Scientific Activities, Baku, Republic of Azerbaijan

**Dmitry V. Mun**, Cand. Sci. (Econ.), Deputy Director, EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

**Alexandr N. Stratan**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of Moldova, Rector of the Academy of Economic Studies of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova

**Tran Dac Hien**, Dr. Sci., Director General of the National Agency for Science and Technology Information of the Socialist Republic of Vietnam

**Alexander A. Uspenskiy**, Cand. Sci. (Eng.), Docent, Director, Republican Centre for Technology Transfer, Minsk, Republic of Belarus

**Manuel Piloto Farrucha**, Director General, Institute for Scientific and Technological Information of the Republic of Cuba

**Valentina A. Tsvetkova**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), Moscow, Russia

**Pavel Svejda**, Dr. Sci. (Eng.), Secretary General, Association of Innovative Entrepreneurship, Praha, Czech Republic

**Mohamed Ibrahim Mohamed Elsergani**, Dr. Sci. (Agricul.), Professor, Attaché for Education and Culture, Acting Director of the Bureau of Culture, Embassy of the Arab Republic of Egypt in the Russian Federation, Arab Republic of Egypt

## Editorial Council

**Igor V. Kozhin**, Head of the UNIDO Centre for International Industrial Cooperation in the Russian Federation, Moscow, Russia

**Valery P. Parfenov**, Deputy Director, ICSTI, Moscow, Russia

## СОДЕРЖАНИЕ

### Экономика и инновации

Аббасов А.М., Мамедов З.Ф.	Применение искусственного интеллекта в экономике Азербайджана: стратегические возможности перспективы развития	5
Сейдигашвили Н.Р., Папунидзе С.Р., Чхартишвили И.Н., Куталадзе Н.И., Абуладзе Д.А., Болквадзе Ц.А.	Новый вид гранулированного черного чая	17

### Информационные процессы

Сараев В.Н., Чудинова Е.А.	Неулучшаемые алгоритмы сжатия информации	32
Перлов И.В., Селиванов С.А., Синицын А.В., Шахгусейнов Ш.М.	Разработка прототипа системы распознавания и классификации корпоративных документов	41

### Наукометрия и библиометрия

Чигарев Б.Н.	Анализ возможностей агрегатора метаданных публикаций Scilit для выявления актуальных задач в вопросах использования цифровизации для ускорения достижения Целей устойчивого развития 7 и 9	58
--------------	--	----

### МЦНТИ: события, информация, мнения

## CONTENT

### Economy and innovations

<i>Ali Mamed oglu Abbasov, Zahid Farrukh Mamedov</i>	Application of artificial intelligence in the economy of Azerbaijan: strategic opportunities and development prospects	5
<i>Nino R. Seidishvili, Sofia R. Papunidze, Iamze N. Chkhartishvili, Nunu I. Kutaladze, Dodo A. Abuladze, Tsiso I. Bolkvadze</i>	New type of granulated black tea	17

### Information processes

<i>Viktor N. Saraev, Ekaterina A. Chudinova</i>	Non-improvable information compression algorithms	32
<i>Ivan V. Perlov, Sergey A. Selivanov, Alexander V. Sinitsyn, Shamhal M. Shakhguseynov</i>	Development of a prototype system for recognizing and classifying corporate documents	41

### Scientometrics and bibliometrics

<i>Boris N. Chigarev</i>	Analysis of the Scilit publication metadata aggregator to identify current challenges in using digitalization to accelerate the achievement of Sustainable Development Goals 7 and 9	58
--------------------------	---	----

### ICSTI: Events, Information, Opinions

76

## Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article  
<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.10>

# Применение искусственного интеллекта в экономике Азербайджана: стратегические возможности и перспективы развития

А.М. Аббасов<sup>1</sup>, З.Ф. Мамедов<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Институт систем управления Министерства науки и образования  
Азербайджанской Республики

ул. Бахтияр Вагабзаде, д. 68, г. Баку, AZ 1141, Азербайджанская Республика

<sup>2</sup> Азербайджанский государственный экономический университет

ул. Истиглалият, д. 6, г. Баку, AZ 1141, Азербайджанская Республика

 prof.zahid.mamed@mail.ru

**Аннотация.** В статье анализируются возможности применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в экономике и образовательной системе Азербайджана, существующие вызовы и перспективы развития. Рассматривается стратегический подход к ИИ, реализуемый передовыми странами мира, и на его фоне исследуется формирующийся в Азербайджане потенциал, а также институционально-правовая основа в данной области. Анализ показывает, что интеграция ИИ в экономические процессы имеет стратегическое значение с точки зрения повышения производительности, автоматизации принятия решений и укрепления инновационной среды. Также представлены государственные программы, инициативы по цифровизации, pilotные проекты и международное сотрудничество, осуществляемые в Азербайджане в сфере ИИ. Даны рекомендации по основным институциональным, правовым и научно-практическим направлениям, необходимым для эффективного применения ИИ.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, цифровизация экономики, технологическая политика, стратегическое развитие, инновационная экономика

**Финансирование проекта.** Финансирование отсутствовало.

**Для цитирования:** Аббасов А.М., Мамедов З.Ф. Применение искусственного интеллекта в экономике Азербайджана: стратегические возможности и перспективы развития. *Информация и инновации*. 2025;20(2):5-16. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.10>

## Application of artificial intelligence in the economy of Azerbaijan: strategic opportunities and development prospects

Ali Mamed oglu Abbasov<sup>1</sup>, Zahid Farrukh Mamedov<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup> Institute of Control Systems of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan

68, Bakhtiyar Vahabzade str., Baku, AZ 1141, Republic of Azerbaijan

<sup>2</sup> Azerbaijan State University of Economics

6, Istiglaliyyat str., Baku, AZ 1141, Republic of Azerbaijan

 prof.zahid.mamed@mail.ru

**Abstract.** This article analyzes the opportunities for applying artificial intelligence (AI) technologies in the economy and education system of Azerbaijan, the existing challenges, and future development prospects. A strategic approach to AI adopted by leading countries is examined, against which the emerging potential in Azerbaijan is explored, along with the institutional and legal framework in this field. The analysis demonstrates that integrating AI into economic processes is of strategic importance for enhancing productivity, automating decision-making, and strengthening the innovation environment. The paper also presents government programs, digitalization initiatives, pilot projects, and international cooperation undertaken in the field of AI in Azerbaijan. Recommendations are provided on key institutional, legal, and scientific-practical directions necessary for the effective application of AI.

**Keywords:** artificial intelligence, digitalization of the economy, technological policy, strategic development, innovative economy

**Funding.** No funding.

**For citation:** Abbasov A.M., Mamedov Z.F. Application of artificial intelligence in the economy of Azerbaijan: strategic opportunities and development prospects. *Information and Innovations*. 2025;20(2):5-16. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.10>

## Введение

В первом квартале XXI века технологии искусственного интеллекта (ИИ), ставшие локомотивом технологических изменений, трансформировали многие сферы на глобальном уровне, включая экономику и образование. Автоматизация принятия решений, анализ данных и распространение персонализированных сервисов указывают на стремительное развитие применений ИИ. В этом контексте ИИ выступает не только как технологический инструмент, но и как стратегический механизм управления и средство реализации социальной политики.

ИИ рассматривается как один из ключевых факторов экономической трансформации XXI века. Его влияние не ограничивается только повышением производительности и внедрением новых технологий — он вызывает системные изменения в структурах занятости, потребительском поведении, отраслевых конфигурациях и экономических моделях в целом.

Согласно исследованиям PwC (PricewaterhouseCoopers) и McKinsey Global Institute, ожидается, что к 2030 году вклад ИИ в мировой ВВП составит 15,7 трлн долларов США, что эквивалентно 14% предполагаемого роста мировой экономики на тот период<sup>1</sup>.

Экономическое воздействие ИИ проявляется в трёх основных направлениях [1]:

**1. Автоматизация процессов и замещение труда** — физический труд и рутинные задачи заменяются ИИ;

**2. Рост производительности** — принятие более эффективных решений на основе больших данных и машинного

<sup>1</sup> PwC (2017). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? <https://www.pwc.com.au/government/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf> (дата обращения: 24.05.2025)

обучения (например, в энергетике, сельском хозяйстве, здравоохранении и финансовом секторе);

**3. Создание новых продуктов и услуг** — автономные транспортные средства, цифровые помощники, персонализированные образовательные и медицинские сервисы на основе ИИ.

По данным World Economic Forum (2023), к 2030 году изменится функционал 375 миллионов рабочих мест, и будет создано 97 миллионов новых рабочих мест<sup>2</sup>.

ИИ становится движущей силой революционных изменений в глобальной экономике. Однако эти изменения носят не только технологический, но также социальный, этический и структурный характер. Для обеспечения устойчивого и справедливого перехода необходима координированная деятельность правительства, бизнеса и общества.

Передовые страны продвигают концепцию «доверенного ИИ», ориентированного на человека и основанного на правовых и этических принципах. Такая модель предполагает не только технологические инновации, но и высокую степень социальной ответственности и качества управления. Цифровая трансформация Азербайджана, включая Стратегию по искусциальному интеллекту на 2025–2028<sup>3</sup> годы и программы цифровой экономики, создаёт благоприятную почву для развития ИИ в стране.

В статье анализируется текущее состояние ИИ в экономике и системе образования Азербайджана, направления его

<sup>2</sup> World Economic Forum (2023). Future of Jobs Report. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/> (дата обращения: 24.05.2025)

<sup>3</sup> Стратегии искусственного интеллекта Азербайджанской Республики на 2025–2028 годы». <https://president.az/ru/articles/view/68364> (дата обращения: 24.05.2025)

применения, а также потенциал развития в контексте международного опыта. Целью исследования является определение стратегических правовых, институциональных и образовательных рамок, необходимых для эффективного внедрения ИИ.

## **Обзор стратегии Европейского Союза в области искусственного интеллекта**

В Европейском Союзе (ЕС) подход к применению ИИ отличается от моделей, реализуемых в США и Китае, акцентом на более «человекоориентированную» модель ИИ.

Первый официальный документ под названием «Искусственный интеллект для Европы» был представлен в 2018 году. В этом документе ЕС выдвинул концепцию «надежного ИИ», сосредоточив внимание на таких аспектах, как прозрачность, объяснимость и соблюдение прав человека.

В 2021 году Европейская комиссия представила «Акт об искусственном интеллекте» (Artificial Intelligence Act) — первую общеевропейскую нормативно-правовую рамку в сфере ИИ, имеющую обязательную юридическую силу<sup>4</sup>.

Этот акт основан на модели, ориентированной на степень риска:

**1. Запрещённые приложения** — системы, манипулирующие поведением человека, или системы социального рейтинга;

**2. Высокорисковые системы** — применяются в сферах здравоохранения, транспорта, образования, правоохранительных органов;

<sup>4</sup> European Commission. (2021). Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence> (дата обращения: 24.05.2025)

**3. Системы с ограниченным и минимальным риском** — подлежат более мягкому регулированию.

Такой правовой подход нацелен на предотвращение неэтичного применения ИИ, одновременно обеспечивая баланс, чтобы не сдерживать инновации.

ЕС также поддерживает научно-технологическое развитие ИИ через программу Horizon Europe, в рамках которой финансируются следующие направления:

- разработка алгоритмов и прикладных решений ИИ;
- создание платформ открытых данных;
- взаимодействие человек–машина;
- этическая и правовая проработка соответствующих рамок.

AI-on-Demand Platform — единая экосистема, в которой ЕС объединяет инструменты, данные и программное обеспечение, связанные с ИИ.

ЕС делает ставку не столько на технологическое доминирование, сколько на глобальное этическое лидерство в области ИИ. Примеры включают:

- продвижение этических принципов ИИ в рамках ОЭСР и ЮНЕСКО;
- программы сотрудничества ЕС–Африка;
- согласование регулирования ИИ в рамках Торгово-технологического совета ЕС–США.

Некоторые критики утверждают, что нормативный подход ЕС чрезмерно бюрократизирован и может замедлить темпы инноваций. Однако с другой стороны, эта модель рассматривается как одна из самых сбалансированных с точки зрения прав человека и социальной справедливости [2].

## **Стратегия Китая в области искусственного интеллекта: План нового поколения**

Китайская Народная Республика рассматривает искусственный интеллект как средство экономического, технологического и геополитического превосходства и реализует в этой сфере системный и целенаправленный подход.

Китай определил ИИ как один из ключевых приоритетов государственной политики и поставил цель к 2030 году стать мировым лидером в этой области.

Принятый Государственным советом КНР в 2017 году документ Next Generation Artificial Intelligence Development Plan представляет собой стратегическую дорожную карту развития ИИ в стране [3].

План включает три этапа:

- до 2020 года — начальное внедрение ИИ в промышленность и формирование технологического преимущества;
- до 2025 года — достижение конкурентоспособности с мировыми лидерами в ключевых ИИ-технологиях;
- до 2030 года — глобальное лидерство в теории, технологиях и прикладных решениях ИИ.

### **Основные направления стратегии Китая:**

- развитие базовых алгоритмов;
- создание интеллектуальных датчиков и чипов;
- модели ИИ, ориентированные на человека;
- автономный транспорт;
- применение ИИ в здравоохранении и управлении городами.

Китай активно применяет технологии ИИ в таких областях, как «умные города», системы видеонаблюдения, здравоохранение, сельское хозяйство и образова-

ние. Один из наиболее известных примеров — система City Brain, разработанная компанией Alibaba и внедрённая в городе Ханчжоу:

- управление дорожным движением;
- системы видеонаблюдения и общественной безопасности;
- аналитика в реальном времени для повышения эффективности городских служб.

Китай ежегодно привлекает в сферу ИИ более 50 млрд долларов государственных и частных инвестиций. По данным на 2023 год страна стала мировым лидером по числу поданных патентных заявок в области ИИ<sup>5</sup>.

Крупнейшие китайские компании — Baidu, Alibaba, Tencent, Huawei, SenseTime — входят в число мировых лидеров в области исследований и коммерческого применения ИИ.

Согласно прогнозу McKinsey Global Institute, к 2030 году вклад ИИ в ВВП Китая может достичь 26 %<sup>6</sup>.

Китай также занимает первое место в мире по количеству научных публикаций, посвящённых ИИ. Однако многие из них подвергаются критике с точки зрения индекса цитируемости и качества. Университеты Цинхуа, Пекинский и Чжэцзянский считаются ведущими научными центрами в этой области.

Китай стал одной из первых стран, интегрировавших курсы по ИИ в школьные и университетские учебные планы. В рам-

<sup>5</sup> Иванова И. А., Клыгин А. В. (2025). Китай превращает патенты в двигатель экономики. <https://issek.hse.ru/news/1048065732.html>] (дата обращения: 24.05.2025)

<sup>6</sup> The next frontier for AI in China could add \$600 billion to its economy. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-frontier-for-ai-in-china-could-add-600-billion-to-its-economy#/> (дата обращения: 24.05.2025)

ках стратегии по снижению зависимости от западных технологий Китай активно инвестирует в разработку собственных процессоров и ИИ-чипов. Компании, такие как Huawei и Baidu, разрабатывают национальную облачную инфраструктуру и большие языковые модели (LLM).

Китайская стратегия в области ИИ характеризуется масштабной государственной поддержкой, централизованным планированием и мощным финансированием. Китай уверенно движется к мировому лидерству в данной области, что делает его одновременно примером и конкурентом для других стран.

### **Япония: Модель «Общество 5.0» (Парадигма человекоцентричного искусственного интеллекта)**

Концепция «Общество 5.0» — стратегическая модель, представленная правительством Японии в 2016 году. Эта концепция предполагает переход от индустриально-технологического уклада к модели, в которой ИИ и передовые технологии напрямую служат благополучию человека. Общество 5.0 — это человекоцентричная модель развития, в которой технологии гармонируют с обществом<sup>7</sup>.

Согласно концепции, выдвинутой Бизнес-федерацией Японии (Keidanren) и Кабинетом министров Японии, историческое развитие общества делится на пять этапов:

- Общество 1.0 — эпоха охоты и собирательства;
- Общество 2.0 — аграрное общество;
- Общество 3.0 — индустриальное общество;

<sup>7</sup> Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society. [https://www.hitachihiyon.com/rev/archive/2017/r2017\\_06/trends/index.html](https://www.hitachihiyon.com/rev/archive/2017/r2017_06/trends/index.html) (дата обращения: 24.05.2025)

- Общество 4.0 — информационное общество;
- Общество 5.0 — суперумное общество (Super Smart Society).

Эта модель включает не только технологическое развитие, но и социальную справедливость, демографические изменения и экологическую устойчивость [4, 5]. Технологии Общества 5.0 уже внедряются в городах от Токио до Фукуоки. Такие компании, как Fujitsu и Hitachi, используют ИИ и большие данные для управления транспортом, здравоохранением и образованием в режиме реального времени.

Общество 5.0 признано такими международными организациями, как OECD, UNESCO и WEF, как пример «инклюзивного технологического общества». Однако успех данной модели зависит не только от технологических факторов, но и от институциональной и культурной адаптации.

Таким образом, Общество 5.0 предлагает иную парадигму по сравнению с технологически ориентированными подходами — оно рассматривает ИИ как инструмент человекоцентричного и инклюзивного развития [6].

### **Взгляд на Стратегию развития искусственного интеллекта в России**

Российская Федерация рассматривает ИИ как стратегический ресурс в контексте национальной безопасности, экономического развития и международной технологической конкуренции. В 2019 году была принята «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года».

Президент России Владимир Путин заявил в 2024 году: «Страна, которая будет лидировать в области ИИ, может претендовать на мировое лидерство. Россия

должна стать лидером по масштабу применения ИИ во всех сферах жизни»<sup>8</sup>.

Цели стратегии:

- превращение ИИ в ключевой инструмент трансформации национальной экономики;
- повышение конкурентоспособности российских технологий на внутреннем и внешнем рынках;
- обеспечение этичности и защиты национальных интересов при применении ИИ.

Стратегия охватывает шесть направлений:

1. Подготовка кадров и образование.
2. Научные исследования и инновации.
3. Информационная и технологическая инфраструктура.
4. Правовое и этическое регулирование.
5. Области применения ИИ.
6. Международное сотрудничество и безопасность.

ИИ применяется в России в беспилотной технике [7], системах наблюдения, информационной войне. Ведутся исследования в области оружия на базе ИИ [8]. Проект «Судья-ИИ» используется как пионерный для автоматизации судебных решений. В области транспорта внедряются автономные транспортные средства.

ИИ используется в диагностике заболеваний, в анализе рентгеновских и МРТ-снимков [9,10].

РФ сосредоточена на использовании ИИ в сферах безопасности и стратегического превосходства. Расширены образовательные программы в вузах (МГУ, Сколково, ИТМО). Создана платформа

<sup>8</sup> Путин: Россия должна стать лидером по масштабу применения ИИ во всех сферах жизни. <https://rg.ru/2024/12/11/saga-o-forsajte.html> (дата обращения: 24.05.2025)

«AI Alliance Russia» для координации государства, бизнеса и образования. Развиваются AI-хакатоны и лаборатории.

После 2022 года Россия столкнулась с ограничениями в сотрудничестве с западными странами. Углубляются связи с Китаем, Индией, Казахстаном. В условиях санкций ограничен доступ к зарубежным чипам и серверам. Активизировалась разработка отечественных решений — чипы Baikal, Elbrus и платформа «NEUROMATICA» [11].

Российская стратегия в сфере ИИ основана на централизованной модели, сочетающей безопасность, национальные интересы и государственный контроль. Приоритетом является технологическая независимость и информационный суверенитет.

### Прогнозируемое влияние искусственного интеллекта на экономику Азербайджана

Применение технологий искусственного интеллекта в Азербайджане создает как стратегические возможности, так и структурные вызовы. ИИ способствует повышению производительности, цифровизации управления и оптимизации человеческих ресурсов. Однако реализация потенциала требует технологической базы, квалифицированных кадров и целевых инвестиций.

ИИ — ключевой элемент Четвертой промышленной революции — быстро трансформирует традиционные экономические модели. В мировой практике ИИ внедряется в энергетику, логистику, банковское дело, сельское хозяйство и здравоохранение, повышая гибкость макроэкономических структур (WEF, 2023). Азербайджан также движется в направлении цифровой трансформации и инновационной экономики.

Основные цели национальной стратегии:

- довести долю цифровой экономики в ВВП до 15%;
- создание центров исследований и разработок по ИИ (R&D);
- поддержка стартапов и инновационной экосистемы;
- формирование нормативной базы и усиление регулирующих институтов.

Формирование экономики, основанной на технологиях, — один из ключевых векторов инновационного развития страны. Формирование рынка ИИ — стратегическая задача. Необходимы системный подход, правовая поддержка, подготовка кадров и инвестиционный климат.

В документах «Стратегия цифровой трансформации (2021–2025)», «Национальные приоритеты социально-экономического развития Азербайджана до 2030 года» и «Стратегия по ИИ на 2025–2028 годы» определены следующие направления:

- увеличение доли цифровой экономики в ВВП;
- оптимизация электронных государственных услуг;
- ускоренный переход к модели «Индустрия 4.0»;
- внедрение концепций «умный город» и «умная деревня»;
- цифровизация в нефте-негазовых секторах (логистика, туризм, сельское хозяйство, здравоохранение, образование);
- прогнозируемая политика на базе ИИ, борьба с налоговыми правонарушениями, автоматизация общественных услуг.

Для реализации этих целей стратегией Азербайджана предусмотрены:

- разработка правовой базы;
- поддержка стартапов;

- подготовка кадров;
- международное сотрудничество.

По оценкам McKinsey и местных исследований, вклад ИИ в ВВП Азербайджана к 2030 году может составить 2–3 млрд долларов США. Рост цифровой продуктивности в нефте-негазовом секторе укрепит экономическую устойчивость страны.

ИИ играет важную роль в цифровой трансформации банковского сектора Азербайджана. Банки активно используют технологии ИИ для автоматизации операций, улучшения обслуживания клиентов и управления рисками. Однако наблюдаются определённые недостатки в подготовке кадров, законодательной базе и технологической инфраструктуре. В будущем при условии принятия соответствующих мер можно ожидать дальнейшего расширения и оптимизации применения ИИ в банковской сфере Азербайджана [12, 13, 14].

ИИ создает возможности для гибкой, инновационной и конкурентоспособной экономической структуры. Однако для полного раскрытия потенциала необходимы реформы, развитие человеческого капитала, обновление инфраструктуры и интеграция международного опыта.

Азербайджан уже приступил к реализации пилотных проектов с использованием ИИ в реальном секторе. Эти проекты закладывают основу для технологической трансформации и служат моделью для масштабных внедрений в будущем. Кроме того, они играют важную роль в развитии человеческого капитала и оптимизации общественных услуг<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Ayaz Museyibov. A strategic vision of artificial intelligence will play an important role in strengthening the country's digital future = Ayaz Museyibov. Süni intellektə strateji baxış olkənin rəqəmsal gələcəyinin möhkəmlənməsində mühüm rol oynayacaq. <https://ereforms.gov.az/az/ekspert-yazilar/suni-intellekte-strateji-baxis-olkenin-reqemsal-geleceyinin-mohkemlenmesinde-muhum-roll-oynayacaq-130> (дата обращения: 24.05.2025)

Основные цели в науке и образовании, обозначенные в Стратегии ИИ:

- расширение программ магистратуры и аспирантуры по ИИ;
- повышение цифровых и технологических навыков преподавателей;
- создание лабораторий ИИ при научных учреждениях;
- формирование правовой и этической базы ИИ;
- обеспечение исследователей доступом к международным базам данных.

## **Заключение**

Внедрение ИИ в науку и образование в Азербайджане сопровождается новыми возможностями и вызовами. На текущем этапе государственной политики необходимы координация, целенаправленное использование ресурсов и ориентация на результат, что обеспечит переход образования и науки на цифровой уровень.

В последние годы внедрение технологий ИИ в банковский сектор Азербайджана значительно ускорилось. Такие крупные банки, как Kapital Bank, МБА и другие, успешно внедрили чат-боты, что приве-

ло к росту удовлетворённости клиентов. Также в стадии тестирования находятся ИИ-модели для оценки кредитных рисков, готовящиеся к широкому применению в будущем. В онлайн-сервисах банков формируются персонализированные предложения на основе анализа пользовательского поведения.

Существующие преимущества Азербайджана — стабильная государственная политика, политическая воля к цифровизации, открытость к международному сотрудничеству и развивающаяся технологическая инфраструктура — создают прочную основу для успешного освоения ИИ-технологий. Тем не менее, для долгосрочного успеха необходимы устойчивые стратегии развития человеческого капитала, стимулирование инноваций и системная интеграция научно-образовательных ресурсов.

Успешная интеграция технологий искусственного интеллекта в экономику и сферу образования может стать для Азербайджана не только технологическим обновлением, но и основным двигателем инклюзивного и устойчивого развития.

## **ВКЛАД АВТОРОВ**

А. М. Аббасов — концептуализация, руководство исследованием.

З. Ф. Мамедов — концептуализация, методология, подготовка текста.

## **CONTRIBUTION OF THE AUTHORS**

Ali Mammad oglu Abbasov — conceptualization, supervision.

Zahid Farrukh Mamedov — conceptualization, methodology, text preparation.

## **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Авторы являются членами редакционной коллегии журнала «Информация и инновации».

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that they have no conflict of interest. The authors are members of the editorial board of the journal «Information and Innovations».

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Роджер Бутл. Искусственный интеллект и экономика. Работа, богатство и благополучие в эпоху мыслящих машин. М.: Альпина Паблишер. 2023. 424 с. ISBN 978-5-20600-216-4  
 Roger Bootle. The AI Economy: Work, Wealth and Welfare in the Robot Age. 2019, Nicholas Brealey Publishing. 336 p. (Russ. ed.: *Iskusstvennyj intellekt i ekonomika. Rabota, bogatstvo i blagopoluchie v epoxu my'slyashhix mashin.* M: Al`pina Publisher. 2023. 424 c. ISBN 978-5-20600-216-4)
2. Floridi L. AI and Its Future Impact on Europe. *Philosophy & Technology.* 2020;33:1–3. <https://doi.org/10.1007/s13347-020-00396-6>
3. Филиппова И.А. Правовое регулирование искусственного интеллекта: опыт Китая. *Journal of Digital Technologies and Law.* 2024;2(1):46–73. <https://doi.org/10.21202/jdtl.2024.4>. EDN: awefay  
 Filipova I.A. Legal Regulation of Artificial Intelligence: Experience of China. *Journal of Digital Technologies and Law.* 2024;2(1):46–73. (In Russ.). <https://doi.org/10.21202/jdtl.2024.4>
4. Щелкунов М.Д., Каримов А.Р. Общество 5.0 в технологическом, социальном и антропологическом измерениях. *Вестник экономики, права и социологии.* 2019; (3):158–164. EDN: EAUKQX  
 Shchelkunov M.D., Karimov A.R. Society 5.0 in technological, social and anthropological dimensions. *The Review of Economy, the Law and Sociology.* 2019; (3):158–164. (In Russ.).
5. Норицугу У. Общество 5.0: взгляд Mitsubishi Electric. *Экономические стратегии.* 2017;19(4):122–131. EDN: YZMQIJ  
 Noritsugu U. Society 5.0: Mitsubishi Electric's View. *Economic Strategies.* 2017;19(4): 122–131. (In Russ.).
6. Narvaez Rojas C., Alomia Peñafiel G.A., Loaiza Buitrago D.F., Tavera Romero C.A. Society 5.0: A Japanese Concept for a Superintelligent Society. *Sustainability.* 2021;13(12): 6567. <https://doi.org/10.3390/su13126567>
7. Долженков Н.Н., Воронов В.В. Интеллектуальные беспилотные системы: технологии и проблемы развития. Полет. *Общероссийский научно-технический журнал.* 2023;(3):45–53. EDN: YMYNQK  
 Dolzhenkov N.N., Voronov V.V. Intelligent unmanned systems: technologies and development problems. Flight. *All-Russian Scientific And Technical Journal.* 2023;(3):45–53. (In Russ.).
8. Гнатик Е.Н. Милитаризация систем искусственного интеллекта: возможности и угрозы. *Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Философия.* 2024;28(3):771–784. <https://doi.org/10.22363/2313-2302-2024-28-3-771-784>. EDN: VZSWG  
 Gnatik E.N. Militarization of Artificial Intelligence Systems: Opportunities and Threats. RUDN Journal of Philosophy. 2024;28(3):771–784. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2302-2024-28-3-771-784>
9. Светликов А.В., Художникова О.О., Гуревич В.С., Кебряков А.В., Ратников В.А., Яблонский П.П., Мельников В.М., Яблонский П.К. Искусственный интеллект в ме-

- дицине: история, текущее состояние и будущие направления исследования. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал имени академика А.В. Покровского.* 2025; 31 (2): 47–56. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2025-31-2-47-56>. EDN: TBVAJD
- Svetlikov A.V., Khudozhnikova O.O., Gurevich V.S., Kebriakov A.V., Ratnikov V.A., Yablonskii P.P., Melnikov V.M., Yablonskiy P.K. Artificial intelligence in medicine: history, current status and future directions of research. *Angiology and Vascular Surgery. Journal named after Academician A. V. Pokrovsky.* 2025; 31 (2): 47–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2025-31-2-47-56>
10. Орлов Ю.Н. Методы искусственного интеллекта в медицине. *Вестник Российской академии наук.* 2025;(8):30–37. <https://doi.org/10.31857/S0869587325080036>. EDN: DTDSKQ  
Orlov Yu.N. Application of artificial intelligence methods in medicine. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk.* (In Russ.). 2025;(8):30–37. <https://doi.org/10.31857/S0869587325080036>
  11. Безруков А.О., Мамонов М.В., Сучков М.А., Сушенцов А.А. Суверенитет и «цифра». *Россия в глобальной политике.* 2021;19(2):106–119. EDN: ZNQGUI  
Bezrukov A.O., Mamontov M.V., Suchkov M.A., Sushentsov A.A. Russia in the digital world: international competition and leadership. *Russia in Global Affairs.* 2021;19(2): 64–85. <https://doi.org/10.31278/1810-6374-2021-19-2-64-85>
  12. Мамедов З.Ф. Цифровизация финансового сектора Азербайджана. *Информация и инновации.* 2024;19(1):21–28. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-1-21-28>. EDN: WMZZIE  
Mamedov Z.F. Digitization of the financial sector of Azerbaijan. *Information and Innovations.* 2024;19(1):21–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-1-21-28>
  13. Veliyeva Ye.F. Prospects for the Development of the Banking Sector of Azerbaijan. *Finance: Theory and Practice.* 2021;25(1):120–129. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2021-25-1-120-129>
  14. Tagiyeva N., Babashirinova E., Agabekova G., Damirov Ya., Ismayilova G. Interdependence of the banking system development and the economic growth in the context of digitalization: Case study of Azerbaijan and its key trading partners. *Banks and Bank Systems.* 2023;18(3):147–163. [https://doi.org/10.21511/bbs.18\(3\).2023.13](https://doi.org/10.21511/bbs.18(3).2023.13)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Али Мамед оглы Аббасов**, д-р техн. наук, академик Национальной академии наук Азербайджана, профессор, генеральный директор, Институт систем управления Министерства науки и образования Азербайджанской Республики; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6467-1861>

**Захид Фаррух Мамедов**, д-р экон. наук, профессор, Институт систем управления Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Азербайджанский государственный экономический университет; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6425-8690>; e-mail: prof.zahid.mamed@mail.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ali Mammad oglu Abbasov**, Dr. Sci. (Eng.), Academician of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Professor, Director General, Institute of Management Systems of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6467-1861>

**Zahid Farrukh Mamedov**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Institute of Control Systems of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan State University of Economics; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6425-8690>; e-mail: prof.zahid.mamed@mail.ru

**Поступила / Received** 03.06.2025

**Принята / Accepted** 25.06.2025

## Экономика и инновации / Economy and innovations

Оригинальная статья / Original article  
<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.09>

### Новый вид гранулированного черного чая\*

**Н.Р. Сейдишвили ✉, С.Р. Папунидзе, И.Н. Чхартишвили, Н.И. Куталадзе,  
Д.А. Абуладзе, Ц.А. Болквадзе**

Институт аграрных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели,  
ул. Руставели/Ниношвили 32/35, 6010, Батуми, Грузия  
✉ Seinino99@gmail.com

**Аннотация.** Целью исследования является новая технология получения гранулированного черного чая с антиоксидантными свойствами и растворимость гранул в кипяченой воде. Объектом исследования служат свежие побеги чая и замороженные — дефростированные чайные флеши (полученные из них гранулы). **Материалы и методы.** Использованы физико-химические методы анализа для определения экстрактивных веществ, танина, катехинов, теофлавина и теорубигинов, пектиновых веществ и сахаров.

**Результаты.** Технологическая схема получения гранулированного черного чая следующая: замораживание чайного листа, дефростация, гранулирование, сушка полученных гранул. Для достижения результата использовались различные размеры матрицы для получения гранул. После проведения стартовых экспериментов мы установили оптимальные размеры гранул: толщина матрицы (3,5 и 10 мм) и диаметр пор (3,5 и 10 мм). При четырехкратном экстрагировании гранул в кипяченной воде определяли физико-химические показатели в полученных образцах. Полученный гранулированный черный чай характеризуется быстрым растворением в кипяченой воде и по этому показателю значительно превосходит обычный чай.

**Выводы.** Полученный продукт богат катехинами, которые обладают антиоксидантными свойствами и Р-витаминной активностью. Отметим, что этот способ получения чая достаточно прост в применении. Им могут воспользоваться фермеры, занимающиеся мелким чайным бизнесом. Наша технология удовлетворяет потребностям рынка, и мы рассматриваем возможность сбыта в тех странах, где продукция из черного чая традиционно популярна.

**Ключевые слова:** чайный флеш, гранулированный черный чай, танин, катехины, технология, гранулятор, матрица, экстракция

**Финансирование.** Финансирование отсутствовало.

**Для цитирования:** Сейдишвили Н.Р., Папунидзе С.Р., Чхартишвили И.Н., Куталадзе Н.И., Абуладзе Д.А., Болквадзе Ц.А. Новый вид гранулированного черного чая. *Информация и инновации*. 2025;20(2):17-31. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.09>

\* Статья написана по материалам доклада на конференции МЦНТИ-2025 «Наука, образование, экономика: роль научно-технической информации», 28–29 мая 2025 г., Институт химии Цейлона, Шри-Ланка

© Сейдишвили Н.Р., Папунидзе С.Р., Чхартишвили И.Н., Куталадзе Н.И., Абуладзе Д.А., Болквадзе Ц.А., 2025



## New type of granulated black tea<sup>\*\*</sup>

**Nino R. Seidishvili** , **Sofia R. Papunidze**, **Iamze N. Chkhartishvili**,  
**Nunu I. Kataladze**, **Dodo A. Abuladze**, **Tsiso I. Bolkvadze**

*Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University  
named after Shota Rustaveli,  
35/32, Ninoshvili/Rustaveli str. 6010, Batumi, Georgia*  
 *Seinino99@gmail.com*

**Abstract.** Purpose. The purpose of our study is a new technology for obtaining granulated black tea with antioxidant properties and solubility of granules in boiled water. The objects of the study are: fresh tea shoots, frozen-defrosted tea flushes (granules obtained from them).

**Materials and methods.** Physicochemical methods of analysis were used to determine extractive substances, tannin, catechins, theoflavin and theorubigins, pectin substances and sugars. **Results.** The technological scheme for obtaining granulated black tea is as follows: freezing of tea leaves, defrosting, granulation, drying of the obtained granules. To achieve the result, we used different matrix sizes to obtain granules. After conducting the initial experiments, we established the optimal granule sizes: matrix thickness (3.5 and 10 mm) and pore diameter (3.5 and 10 mm). Physicochemical indicators in the obtained samples were determined by four-fold extraction of granules in boiling water. Physicochemical methods of analysis were used to determine extractive substances, tannin, catechins, theaflavin and theorubigins. The resulting granulated black tea is characterized by rapid dissolution in boiling water and significantly surpasses regular tea in this indicator.

**Conclusions.** This product is rich in catechins, which have antioxidant properties and P-vitamin activity. It is noteworthy that this method is quite simple. It can be used by farmers engaged in small tea business. Our technology meets market needs, and we are considering the possibility of selling in those countries where black tea products are traditionally popular.

**Keywords:** tea flush, granulated black tea, tannin, catechins, technology, granulator, matrix, extraction

**Funding.** No funding.

**For citation:** Seidishvili N.R., Papunidze S.R., Chkhartishvili I.N., Kataladze N.I., Abuladze D.A., Bolkvadze Ts.I. New type of granulated black tea. *Information and Innovations*. 2025;20(2):17-31. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.09>

<sup>\*\*</sup> The article is based on the materials of the report at the ICSTI-2025 conference "Science, Education, Economics: the Role of Scientific and Technological Information", 28–29 May, 2025, Institute of Chemistry Ceylon, Sri Lanka.

## ВВЕДЕНИЕ

В Китае на родине чая производится широкий ассортимент продукции чая, а страны, которые переняли производство чая из Китая, ограничились лишь производством одного-двух видов чая. Это черный или зеленый байховые чаи. У нас в Грузии, кроме черного чая производили: зеленый чай, зеленый кирпичный чай и черный плиточный чай<sup>1</sup> [1, 2, 3].

В Китае довольно популярен так называемый «чай Ганпаудер», его называют ещё горошинки, это шарики неправильной формы. Это достигается скручиванием нежных побегов чая поперёк оси листа, тогда как в производстве обычного чая скручивание чайного листа производится вдоль своей оси в трубочку. Этот чай готовят из нежных частей побега (флеша) и очень ценят, его именуют «Элита изумруд», «жемчужный» и т. д.<sup>2</sup> Несомненно, образованию шариковой формы чая способствует клейкость пропаренных и поджаренных нежных частей побега, выявленная вследствие механического воздействия на них.

Шариковый чай со свойствами чёрного чая в Китае не производится, видимо по причине того, что завяливание чайного листа, которое является подготовительным процессом получения черного чая, не в состоянии смягчить скелет клеток до такой степени, чтобы подчиняться механическим воздействиям для придания чайной массе формы, подобной шарику.

В этом отношении наилучшим объектом исследований будут служить замо-

<sup>1</sup> Kobakhidze M., Seidishvili N. "Granular Green tea" 6th Baltic Conference on Food Science and Technology" Innovations for food science and production" FOODBALT-Jelgava, Latvia. ISBN 978-9984-045-9, pp127129. 15 May, 2011 (дата обращения: 20.05.2025).

<sup>2</sup> Китайский чай: история, этапы производства. <https://kitau.ru/stati/china-life/kitayskiy-chay/> (дата обращения: 20.05.2025).

роженные флеши, которые в наибольшей степени будут обладать вышеуказанными свойствами. Проведенные нами много-кратные опыты показали, что проницаемость клеточной оболочки под действием холода (замораживанием) значительно увеличивается, и приравнивается к чайным листьям пропаренных острым паром. Это подтверждается также по показателю отдачи клеточного сока замороженными и пропаренными листьями.

Все это дает возможность полностью использовать полезные вещества, заложенные природой во флешиах для получения гранулированного чая<sup>3</sup> [2, 4].

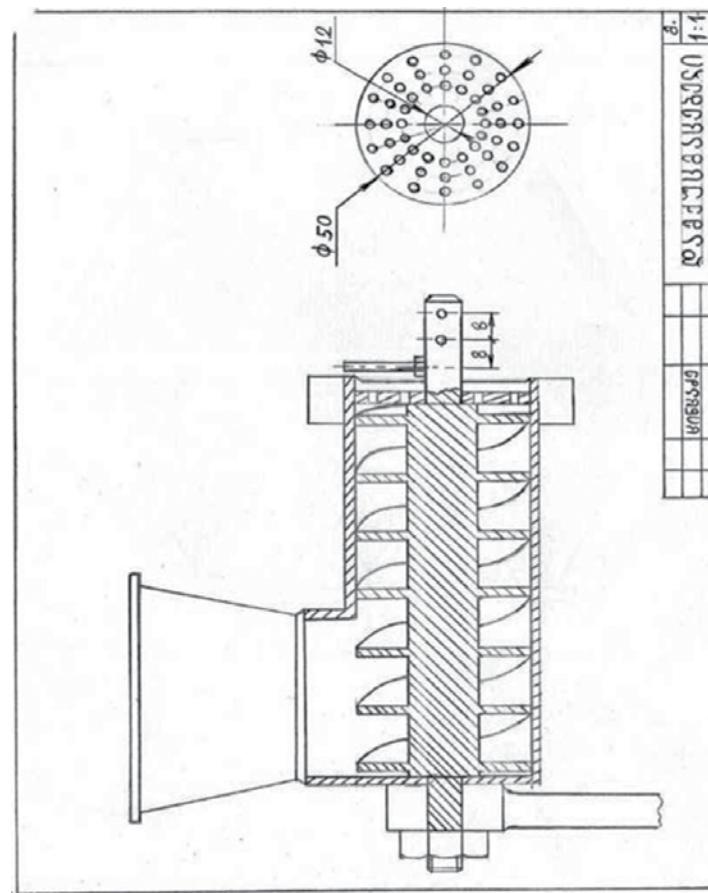
## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили: нежные побеги чая; заморожено-дефростированные чайные флеши; (гранулы, полученные из них); установка для получения гранул — гранулятор (рис. 1): на внутренней полости корпуса гранулятора размещены врачающийся шнек и режущий инструмент, состоящий из ножей и неподвижной сетки, а также набор сеток имеющий отверстия с различными размерами.

Изучено воздействие влажности материала на процесс формирования профи-

<sup>3</sup> Н. Сейдышвили, С. Папунидзе, И. Чхартишвили, М. Кобахидзе, Р. Багратиони. Гранулированный желтый чай. Качество продукции, технологий и образования, Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, с. 105–107. Магнитогорск 2016 г. (дата обращения: 20.05.2025).

N. Seidishvili, S. Papunidze, I. Chkhartishvili, M. Kobachidze, R. Bagrationi. Granulated yellow tea. Quality of products, technologies and education, Collection of materials of the XI International scientific and practical conference. Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, pp. 105–107. Magnitogorsk 2016. (In Russ.) (дата обращения: 20.05.2025).



**Рис. 1. Гранулятор**  
**Fig. 1. Granulator**

лированной массы, а также определены параметры профилирующей матрицы, включая её размеры (диаметр от 3 до 10 мм и толщину от 3 до 10 мм), и их влияние на образование гранул, а также на размеры гранул и их растворимость. Последний показатель устанавливали путём 4-х кратного экстрагирования гранул в горячей воде, в каждом экстракте определяли содержание общего количества экстрактивных веществ и фенольных соединений, в том числе и катехинов. Растворимость полученных гранул сравнивали с обычным чаем и с турецким чаем, приобретенными в торговой сети г. Батуми в 2024 г. Кроме указанных веществ в полученных нами образцах было определено содержание пектиновых веществ, связанный воды, теофлавина и теорубигина.

Их содержание определяли методиками, применяемыми в настоящее время. Полученные нами образцы оценивали органолептически, приглашенными титераторами.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 2173–2013;
- метод определения водорастворимых экстрактивных веществ ГОСТ -28551-90 (ИСО 1574–80);
- методы определения содержания танина и кофеина Межгосударственный стандарт чая ГОСТ 19885-74;
- ускоренное определение катехинов методом Бокчавой М.А., Попова В.Р.;

- определение содержания теафлавинов и теарубигинов методом Бокучавой М.А., Попова В.Р.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В первую очередь представляет значительный интерес установить влажность чая. При какой влажности формируется профицированные изделия? Опыты показали, что это достигается при влажности 70% и ниже, однако при меньших диаметрах матрицы, например, 3 мм при повышенной влажности около 70% профицированная масса не формируется. Тогда как при этой же влажности и при диаметрах матрицы 5–10 мм, цель достигается, но по консистенции гранулы слабые.

Многократные опыты показывают, что при влажности 60–70% при диаметрах ( $d$ ) 5–10 мм и толщины ( $h$ ) 3–10 мм матрицы профицированная масса нормальная. Однако при этом получается закономерность: при повышенной влажности 65–70% профицированная масса получается при  $d=5$ –10 мм, а при 60–65% влажности материала желаемые результаты имеем при всех испытуемых нами размерах матрицы т. е.  $d=3$ –10 мм и  $h=3$ –5 мм

Расторимость — один из важнейших показателей качества чайной продукции. Гранулы чая, созданные по нашей уникальной технологии, проходят несколько этапов: замораживание чайных флешей, дефростация (заяливание), гранулирование (измельчение), нагнетание через матрицу для получения гранул, далее ферментация, сушка, просеивание и фасовка. Оказалось, что в быстрорасторимых гранулах при первом настаивании в течение 10 минут более 80% растворимых веществ чая переходит в настой, а после двукратного наст-

ивания около 95%<sup>4</sup>. По этому показателю гранулы превосходят обычный чай, как отечественного, так и турецкого производства (табл. 1.). Примечательно, что последние представляли собой мелкие виды чая, которые по принятой у нас классификации относятся к M<sub>2</sub>, а по международной к BP (Broken Pekoe), характеризующихся более высоким содержанием экстрактивных веществ по сравнению с листовыми чаями.

Выше было сказано, что опыты были проведены при разных отверстиях матрицы диаметра в пределах 3–10 мм и толщины тоже 3–10 мм. Полученные при этом гранулы на растворимость не оказывают существенного влияния (табл. 2 и 3). Таким образом, почти одинаково растворяются в горячей воде гранулы, полученные при  $d_3 h_3$ ,  $d_5 h_5$ ,  $d_{10} h_5$  и т. д.

Следует отметить, что по степени растворимости по общему количеству растворимых веществ гранулы превосходят фенольные соединения (танины), в том числе (катехины) (см. табл. 1–3). Как видно, в чае есть вещества, которые обладают способностью растворяется в горячей воде быстрее, чем фенольные соединения. К этим веществам можно отнести кофеин, аминокислоты, моносахара и др.

Примечательно, что предлагаемый нами гранулированный черный чай нового вида, можно его также назвать зернистым или шарообразным чаем неправильной формы, коренным образом отличается от ныне выпускаемых у нас гранулированных чаев как по качеству, так и по технологии изготовления.

<sup>4</sup> Kobakhidze M., Seidishvili N. "Granular Green tea" 6 th Baltic Conference on Food Science and Technology" Innovations for food science and production" FOODBALT-Jelgava, Latvia. ISBN 978-9984-045-9, pp. 127–129. 15 May, 2011 (дата обращения: 20.05.2025).

**Таблица 1.** Относительный показатель растворимости гранул в Грузинском «VR» и Турецком «VR» чае при различных размерах матрицы (постоянной толщины, переменного диаметра отверстий матрицы) и 4-х кратной экстракции (100% взята сумма каждой экстракции)

**Table 1.** Relative solubility index of granules in Georgian "VR" and Turkish "VR" tea, with different matrix sizes (constant thickness, variable diameter of matrix holes) and 4-fold extraction (100% is taken as the sum of each extraction)

Кратность настаивания	Гранулы $d_3 h_3$			Грузинский «VR»			Гранулы $d_5 h_5$			Турецкий «VR»		
	Э.К.	Ф.С.	Кат.	Э.К.	Ф.С.	Кат.	Э.К.	Ф.С.	Кат.	Э.К.	Ф.С.	Кат.
I	87,5	76,5	72,0	68,4	58,8	56,4	83,4	74,3	73,1	59,5	50,0	52,6
II	7,4	14,4	17,4	19,0	35,3	28,2	12,6	17,1	18,3	35,6	35,7	35,2
I+II	94,9	91,2	89,4	87,4	94,1	84,6	96,0	91,4	91,4	95,1	85,7	87,8
III	2,8	5,9	5,8	8,3	3,9	9,2	2,3	4,9	4,9	4,4	10,7	8,1
I+II+III	97,7	97,1	95,2	95,7	98,0	93,8	98,3	96,3	96,3	99,5	96,4	95,9
IV	2,3	2,9	4,8	4,3	2,0	6,2	1,7	3,7	3,7	0,5	3,6	4,1
I+II+III+IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Таблица 2.** Относительный показатель растворимости по общему количеству экстрактивных веществ и фенольных соединений, в том числе катехинов в гранулах, полученных при разных диаметрах матрицы и постоянной  $h=5$  мм, при 4-х кратном настаивании кипятком с определением их в каждом настаивании (100% взята сумма четырехкратных экстрагированных веществ)

**Table 2.** Relative solubility index for the total amount of extractive substances and phenolic compounds, including catechins in granules obtained with different matrix diameters and constant  $h=5$  mm, with 4-fold infusion with boiling water with their determination in each infusion. (100% is taken as the sum of four-fold extracted substances)

Кратность настаивания	При толщине отверстия матрицы $h=5$ мм								
	Диаметр $d=3\text{мм}$			Диаметр $d=5\text{мм}$			Диаметр $d=10\text{мм}$		
I	87,5	76,5	72,0	83,4	74,3	73,1	85,8	74,3	68,5
II	7,4	14,7	17,4	12,6	17,1	18,3	10,5	17,1	22,1
I+II	94,9	91,2	89,4	96,0	91,4	91,4	96,3	91,4	90,6
III	2,8	5,9	5,8	2,3	5,7	4,9	2,3	5,7	5,3
I+II+III	97,7	9,1	95,2	98,3	97,1	96,3	8,96	97,1	95,9
IV	2,3	2,9	4,8	1,7	2,9	3,7	1,4	2,9	4,1
I+II+III+IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Таблица 3.** Относительный показатель растворимости по общему количеству экстрактивных веществ и фенольных соединений, в том числе катехинов в гранулах, полученных при разных толщинах матрицы и постоянной  $d=5$  мм, при 4-х кратном настаивании кипятком с определением их в каждом настаивании (100% взята сумма четырехкратных экстрагированных веществ)

**Table 3.** Relative solubility index for the total amount of extractive substances and phenolic compounds, including catechins in granules obtained with different matrix thicknesses and a constant  $d=5$  mm, with 4-fold infusion with boiling water with their determination in each infusion. (100% is taken as the sum of the four-fold extracted substances)

Кратность настаивания	При толщине отверстия матрицы $d=5$ мм								
	Диаметр $h=3$ мм			Диаметр $h=5$ мм			Диаметр $h=10$ мм		
I	72,7	70,0	61,4	83,7	74,4	56,3	83,0	56,1	64,2
II	19,7	15,0	16,9	11,4	14,0	22,8	10,1	21,1	22,4
I+II	92,4	85,0	78,3	95,1	88,4	79,1	93,1	77,2	86,6
III	4,9	10,0	11,4	3,1	9,3	12,6	4,7	14,0	8,2
I+II+III	97,3	95,0	89,7	98,2	97,7	91,7	97,8	91,2	94,8
IV	2,7	5,0	10,3	1,8	2,3	2,2	2,2	8,8	5,2
I+II+III+IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Гранулированный черный чай, купленный в торговой сети, готовят из низкосортных чаев, в основном из высееки и крошки, поэтому продукт низкого качества. А для получения гранул из высущенного чая (высеека и крошка) материал увлажняется с доведением влажности до 40–50%, что требует больших усилий, связанных с затратами энергии<sup>5</sup>.

Известна также технология получения мелких гранул чая непосредственно из свежего чайного листа по типу СТС<sup>6</sup>. При использовании этой технологии чайный лист измельчается до мелкодисперсного состояния с размерами частиц 0,8–1,1 мм, при этом получаются гранулы методом

<sup>5</sup> Как производится цейлонский чай. <https://www.tea-terra.ru/2015/02/13/20535/> (дата обращения: 20.05.2025).

<sup>6</sup> Tea Manufacturing — UPASI Tea Research Foundation. <https://www.upasitearesearch.org/> (дата обращения: 20.05.2025).

окатывания без предварительного уплотнения. Эти мелкие гранулы используются для пакетов одноразового потребления [5]. Разработанный нами метод с использованием гранулятора не требует предварительного измельчения до такой степени, чтобы получить мелкодисперсную массу (0,8–2,6 мм), а также нет необходимости окатывания в специальном устройстве. Достаточно лишь продавливать грубо измельченную массу через отверстия сетки установки. Получение гранул обеспечивается за счет свойств заморожено-дефростированных фlesей, которые поступают в шнековую камеру, подвергаются интенсивному механическому воздействию со стороны винтовой лопасти шнека, постепенно уплотняются, становясь плотной массой. Эта масса чая нагнетается через отверстия матрицы и выпрессовывается в профилирован-

ную непрерывную или частично непрерывную массу. Профирированная масса сохраняется и после высушивания чая.

Существует много теорий, объясняющих получение связанных тел из сыпучих материалов (производство макаронных изделий, гранулирование кормов, брикетирование торфа и др.). В каждом отдельном случае играют роль вещества, которые способствуют процессу уплотнения. Так, например, в макаронном производстве это клейковина, в брикетировании торфа — гуминовые кислоты и т. д.

В чайных фlesах содержится довольно большое количество веществ (пектиновые, белковые и фенольные вещества, гемицеллюлоза), обладающих коллоидными свойствами, которые могут придать чайной массе при вышеуказанной механической обработке пластичность и вязкость и, в конечном итоге, форму связанного тела.

Все эти вещества в процессе гранулирования подвергаются превращениям [6]. Больше всех изменяются фенольные соединения, в частности катехины, которые подвергаются ферментативному окислительному превращению конденсированного характера. Проходя все этапы этого сложного процесса быстро образуются теафлавины и теарубигины. Этому способствует принудительный теснейший контакт между собой фенольных веществ и окислительной ферментной системы. По Робертсу окисления катехинов проходят в 5 этапов:

1. Окисление (-) эпигаллокатехина кислородного воздуха в присутствии фенолоксидазы до 0-хинона.

2. Взаимодействие 0-хинона со второй молекулой ЭГК и образование диаметра дифенохинона.

3. Восстановление с помощью катехинов и образование биофлавоноида.

4. В результате конденсированного окисления происходит образование тиофлавина.

5. Дальнейшее вторичное окисление превращением теофлавинов приводит к образованию теарубигинов.

Наши эксперименты показали, что в результате такого рода ферментации в гранулах содержание катехинов по сравнению с исходным материалом уменьшается более чем в 2 раза, и образуются теафлавины и теарубигины (табл. 4). Этим увеличивается концентрация полимеров в субстрате гранулированной массы.

Белковые вещества, содержащиеся в чайных фlesах (до 30%), и гемицеллюлоза незначительно подвергаются превращениям, а что касается пектиновых веществ, то гидролиз протопектина очевиден, что видно в нашем эксперименте — в процессе гранулирования водорастворимый пектин увеличивается (табл. 3).

В формировании профирированной массы гранул несомненно принимают участие пектиновые вещества. Известно, что пектиновые вещества в присутствии сахара и кислот образуют желе. В чайных фlesах пектиновое вещество содержиться в довольно большом количестве. Тропический чай (Шри-Ланка) содержит около 7%, а наш чай (субтропический) содержит: растворимый пектин (2,7%) и протопектин (8–9%). Пектиновые вещества известны, как желчеобразующее средство, загуститель, стабилизатор структуры, который применяется во многих областях пищевой промышленности. Известный исследователь чая Дж. Лэмб<sup>7</sup> указывал, что «Если свежий зеленый лист смешивать с водой в количестве половины его веса и потом превратить его в пасту и подержать его несколько часов в теплоте, то смесь превратиться в желе».

<sup>7</sup> Там же.

**Таблица 4. Физико-химические показатели чайного флеша и фиксированных гранул ( $d_5 h_{10}$ )**  
**Table 4. Physicochemical properties of tea flush and fixed granules ( $d_5 h_{10}$ )**

Наименование образца	Танины	Катехины	Теафлавины	Теарубигин	Сахара			Пектиновые вещества		
					Моносахара	Сахароза	Общее количество	Расторимый	Нерасторимый	Общий пектин
17.06.2024 Чайный флеш Фиксированные гранулы ( $d_5 h_{10}$ )	20,3	9,3	0,31	8,14	2,0	0,5	2,5	3,5	10,9	14,4
	13,3	4,4	0,21	5,9	2,5	0,6	3,1	6,8	9,2	16,0
27.07.2024 Чайный флеш Фиксированные гранулы ( $d_5 h_{10}$ )	25,0	11,9	1,18	6,06	2,7	0,5	3,2	3,1	10,6	13,7
	10,5	3,4	0,95	4,25	3,5	0,6	4,1	5,6	8,9	14,5
04.08.2024 Чайный флеш Фиксированные гранулы ( $d_5 h_{10}$ )	22,7	10,9	0,20	11,8	1,7	0,6	2,3	3,0	10,5	13,9
	11,6	5,0	0,11	9,7	2,3	0,6	2,9	6,5	8,9	15,4

Проведенные нами наблюдения показали, что пектиновые вещества в процессе гранулирования выявляют клейкость, что способствует формированию профилированной массы в виде гранул. Формирование связанного тела при столь повышенной влажности (60–70%), связано с водоудерживающей способностью целлюлозы. Таким образом, при получении гранул включена почти половина сухой массы флеша: пектин (8–10%), фенольные соединения (10–15%), белки (15–20%), гемицеллюлоза и целлюлоза (7–10%). Эти вещества сочетаются в своем составе с различным сродством к воде [5, 7, 8]. Так, например, пектиновые вещества

и гемицеллюлоза относятся к категории гидрофильных коллоидов. Целлюлоза, будучи не растворимой в воде, обладает большим количеством гидроксильных групп и развитой системой тончайших субмикроскопических капилляров, что определяет ее способности поглощать и удерживать воду. Гидратация гидрофильных коллоидов обусловлена электростатическими силами. На поверхности коллоидных частиц высокомолекулярных веществ за счет электрических зарядов, возникающих вследствие ионизации, образуются оболочки состоящие, из диполей воды, акцентированных в зависимости от знаков высокомолеку-

лярного заряда своим положительным или отрицательным концом. В набухшем полимере различают два вида воды: связанную (гидратационную) и свободную (капиллярную). Известно, что чем более выражены гидрофильные свойства полимера, тем больше он содержит связанную воду.

У гемицеллюлозы, как и у целлюлозы, поверхность включает в себя систему пор, размеры которых весьма различаются. Характер распределения пор по размерам в значительной мере определяет прочность удерживания воды этими

веществами. В чайных флашах, как и во всех аналогичных растениях, имеются свободная и связанная вода. Свободная вода находится в полостях растительных клеток и межклеточных пространствах, на ее долю в чайном листе приходится около пятой части от всей содержащей воды [9]. В наших опытах в свежих флашах связанная вода находится в пределах 24–27%, а в свежеприготовленных гранулах содержание ее значительно уменьшается, связанная вода увеличивается — ее количество составляет более половины от всей воды (табл. 5).

**Таблица 5.** Содержание свободной связанной воды  
в свежих чайных флашах и в гранулах, %

**Table 5.** Content of free bound water in fresh tea flushes and granules, %

Свежий лист		Гранулы мокрые	
Свободная вода	Связанная вода	Свободная вода	Связанная вода
48,3	27,3	21,5	38,4
		21,1	41,7
		18,1	43,5
51,4	24,3	15,3	47,7
		9,6	45,2

Таковы основы производства этого нового вида чая. Есть ли преимущество перед классической (ортодоксальной) технологией? Классическая (ортодоксальная) технология получения черного чая создана на основе китайской кустарной технологии. В 70–80-х годах девятнадцатого века, когда были изобретены чаескручающая машина — роллер и непрерывно действующая чаесушильная печь, была создана фабричная технология (теперь называется ортодоксальной). Долгие годы ее применяли передовые чаепроизводящие страны мира. Эта технология значительно способствовала

увеличению производства чая. В ее усовершенствовании принимали участие мировые исследователи чая, большой вклад внесли английские, голландские, русские, грузинские, индийские, цейлонские (Шри-Ланка) учёные и учёные других стран. Исследователи чая стремились упростить ортодоксальную технологию созданием так называемой СТС-технологии. Ее название произошло от английских слов, обозначающих операции: crushing (дробление), tearing (разрывание) и curing (закручивание). СТС — это машина, которая осуществляет дробление и измельчение чайного листа и со-

стоит из двух металлических валов, вращающихся с разной скоростью (скорость одного вала — 60–70 об./мин., а другого 700–720 об./мин.) и производительностью 1500–1600 кг/час. При этом, помимо исключения из производственного цикла скручивания чайного листа в роллерах, упрощается и сортировка полуфабриката.

Заканчивая статью, мы должны дать оценку этой новой продукции чая, при которой следует учесть, что в ней заложены все элементы фlesha — от первого листа с почкой и кончая огрубевшим третьим

листом и стеблем. Органолептические показатели гранулированного чая определяли с помощью дескриптивных методов [10], используя балльные шкалы.

Титестеры отметили, что представленные образцы по цвету настоя, вкусу, аромату и по цвету разваренного листа вполне приемлемые. Ими было подчеркнуто, что цвет настоя олицетворяет хороший грузинский чай чуть красноватого цвета, вкус приемлемый, приятный, а аромат слабее. Образцы за вкус получили оценку 3,0–4,5 бала. Результаты оценки титестеров приведены в таблице 6.

**Таблица 6.** Органолептические показатели  
в опытных образцах гранулированного черного чая

**Table 6.** Organoleptic characteristics of experimental samples of granulated black tea

Дата изго- твления образца	Диаметр гранул d мм	Внешний вид	Цвет настоя	Вкус и аромат в баллах		Цвет разварен- ного листа
				Г. Мала- ния	Р. Цинца- бадзе	
20.05.2024	3	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	3,5	3,5	Сохранена целос- тность гранул по цвету однородный
	5	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	4,0	3,5	Сохранена целостность гранул по цвету однородный
	10	Не имеет форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	3,0	3,0	Не сохранена целостность гра- нул по цвету одно- родный
20.07.2024	3	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	4,0	3,5	Сохранена целос- тность гранул по цвету однородный
	5	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	3,75	4,0	Сохранена целос- тность гранул по цвету однородный
	10	Не имеет форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	3,25	3,75	Не сохранена целостность гра- нул по цвету одно- родный

Окончание таблицы

Дата изго- твления образца	Диаметр гранул <b>d</b> <b>мм</b>	Внешний вид	Цвет настоя	Вкус и аромат в баллах		Цвет разварен- ного листа
				Г. Мала- ния	Р. Цинца- бадзе	
15.09.2024	3	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	4,5	4,25	Сохранена це- лостность гранул по цвету одно- родный
	5	Имеют форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	4,25	4,25	Сохранена це- лостность гранул по цвету одно- родный
	10	Не имеет форму гранул	Интенсивный красноватый оттенок	4,0	4,0	Не сохранена це- лостность гранул по цвету однород- ный

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Окончательное слово, насколько приемлем полученный продукт, скажет потребитель.

Предлагаемая нами технология имеет преимущество перед СТС технологией.

Проблема в том, что продукция (60–70%), полученная по СТС-технологии, настолько мелкая, что делает необходимым ее фасовку в пакетики, а это связано с большим расходом тароупаковочного материала. В большинстве случаев масса таропакетированного чая составляет 50% и более от общей массы.

В настоящее время черный чай в мире преимущественно упаковывается в пакетики, в отличие от обычного чая. Для фасовки этого чая потребуется около одного миллиона тонн тароупаковочного материала, что представляет собой значительное количество лесоматериалов.

А нашу продукцию можно упаковать в картонные коробочки. Мы полагаем,

что новый вид гранулированного чая обогатит ассортимент чайной продукции, а технология его изготовления упрощает процесс производства чая.

### Выходы.

- В новом продукте гранулированного черного чая заложены все элементы фlesha, начиная с самых нежных частей фlesha — первый лист с почкой и кончая огрубевшим третьим листом и стеблем.
- Пропускание через гранулятор заморожено-дефростированных чайных фlesей позволяет практически осуществить процесс скручивания листа и получить после сушки гранулированный черный чай.
- Полученные гранулы содержат небольшое количество мелких частиц (2–5%), просеянную мелкую фракцию можно использовать для фасовки в пакетики одноразового употребления.
- Оставшуюся массу целесообразно упаковать в жесткую картонную тару.

## ВКЛАД АВТОРОВ

Н.Р. Сейдишвили — концептуализация, редактирование текста.  
С.Р. Папунидзе — концептуализация, редактирование текста.  
И.Н. Чхартишвили — концептуализация, анализ информации.  
Н.И. Куталадзе — концептуализация, анализ информации.  
Д.А. Абуладзе — сбор данных, анализ информации, подготовка текста.  
Ц.А. Болквадзе — сбор данных, анализ информации, подготовка текста.

## CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

N.R. Seidishvili — conceptualisation, text editing.  
S.R. Papunidze — conceptualisation, text editing.  
I.N. Chkhartishvili — conceptualisation, information analysis.  
N.I. Kataladze — conceptualisation, information analysis.  
D.A. Abuladze — data collection, information analysis.  
Ts.A. Bolkvadze — data collection, information analysis.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Джемухадзе Л.М., Хочолава Р.И., Бокучава В.К. Результаты производственных испытаний методом выработки чайного листа с применением быстрого и глубоко-го замораживания сырья. *Бюллетень ВНИИЧП*. 1989. № 32.  
Dzhemukhadze L.M., Khocholava R.I., Bokuchava V.K. The results of production tests using the tea leaf production method using fast and deep freezing of raw materials. *Bulletin of VNIIChP*. 1989. No. 32. (In Russ.).
2. Сейдишвили Н.Р., Кобахидзе М.А., Лазишвили Л.А. Холодный зелёный чай с витаминами Р и С. *Пиво и напитки*. 2004;(4):96–97. EDN: OPTSKN  
Seidishvili N.R., Kobakhidze M.A., Lazishvili L.A. Cold Green Tea with Vitamins R and C. *Beer and beverages*. 2004;(4):96–97. (In Russ.).
3. Майсурадзе З.А. Основы технологии гранулированного черного чая. Монография. ISBN 978-9941-0-2291-3. Озургети. 2010.  
Maysuradze Z.A. Bases of technology of granulated black tea. The monograph. Ozurgeti, 2010. ISBN 978-9941-2291-3. (In Russ.).
4. Сейдишвили Н.Р., Папунидзе С.Р., Чхартишвили И.Н. Комплексная технология получения новых видов чая. *Информация и инновации*. 2024,19(2):27–36. <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36>  
Seidishvili N.R., Papunidze S.R., Chkhartishvili I.N. Complex technology for producing new types of tea. *Information and Innovations*. 2024,19(2):27–36. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443-2024-19-2-27-36>

5. Shannon E., Jaiswal A.K., Abu-Channam N. Polyphenolic content and antioxidant capacity of white green, black and herbal teas: a kinetic study. *Food Research*. 2017. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(1\).117](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(1).117)
6. Guleria K., Sehgal A., Bhat I.A., Singh S.K., Vamanu E., Singh M.P. Impact of Altering the Ratio of Black Tea Granules and Ocimum gratissimum Leaves in a Binary Infusion on Radical Scavenging Potential Employing Cell Free Models and Ex Vivo Assays. *Applied Sciences*. 2022. <https://doi.org/10.3390/app122010632>
7. Методы биохимического исследования растений. Ермаков, Ленинград, из-во «Колос», 1972 г.  
Methods of biochemical research of plants. Ermakov, Leningrad, Kolos Publishing House, 1972. (In Russ.).
8. Peterson J., Dwyer J., Bhagwat S., Haytowitz D. and Holden J. Major Flavonoids in Dry Tea. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2005;18:487–501. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.05.006>
9. Галашева А.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А., Янчук Т.В. Содержание свободной и связанной воды в листьях и тканях однолетних побегов яблони на слаборослых подвоях. *Современное садоводство — Contemporary horticulture*. 2017;(1):17–25. <https://doi.org/10.24411/2218-5275-2017-00004>  
Galasheva A.M., Krasova N.G., Makarkina M.A., Yanchuk T.V. The content of bound and valuable water in leaves and tissues of annual apple shoots on low vigorous rootstocks. *Sovremennoe sadovodstvo — Contemporary horticulture*. 2017;(1):17–25. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2218-5275-2017-00004>
10. Caturvedula V.S.P., Prakash I. The Aroma, Taste, Color and Bioactive Constituents of Tea. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011;5(11):2110–2124. <https://doi.org/10.24411/2218-5275-2017-00004>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Нино Ревзиеvна Сейдишвили**, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели; Scopus Author ID: 55210764300, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0379-771X>; e-mail: seinino99@gmail.com

**София Рафаеловна Папунидзе**, д-р биол. наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского Государственного университета им. Шота Руставели; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1051-7017>; e-mail: sopiko.papunidze@bsu.edu.ge

**Иамзе Николаевна Чхартишвили**, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского Государственного университета им. Шота Руставели; Scopus Author ID: 58805044600, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4869-4078>; e-mail: iamze.chkhartishvili@bsu.edu.ge

**Нуну Куталадзе**, д-р с.-х. наук, старший научный сотрудник, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского Государственного университета им. Шота Руставели; AD Scientific Index ID: 4653777, Scopus Author ID: 58805281500, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6300-6202>; e-mail: Enunu.kutaladze@bsu.edu.ge

**Додо Абуладзе**, научный сотрудник, Институт сельскохозяйственных и мембранных технологий Батумского государственного университета им. Шота Руставели, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5520-5351>; e-mail: dodo.abuladze@bsu.edu.ge

**Цисо Болквадзе**, Институт аграрных и мембранных технологий Батумского Государственного университета им. Шота Руставели; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5523-3411>

## INFORMATION ABOUT THE AUTORS

**Nino R. Seidishvili**, Dr. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; Scopus Author ID: 55210764300, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0379-771X>; e-mail: seinino99@gmail.com

**Sofia R. Papunidze**, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1051-7017>; e-mail: sopiko.papunidze@bsu.edu.ge

**Iamze N. Chkhartishvili**, Dr. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; Scopus Author ID: 58805044600, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4869-4078>; e-mail: iamze.chkhartishvili@bsu.edu.ge

**Nunu Kataladze**, Dr. Sci. (Agricul.), Senior Scientist, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; AD Scientific Index ID: 4653777, Scopus Author ID: 58805281500, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6300-6202>; e-mail: Enunu.kataladze@bsu.edu.ge

**Dodo Abuladze**, Researcher Scientist, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5520-5351>; e-mail: dodo.abuladze@bsu.edu.ge

**Tsiso Bolkvadze**, Institute of Agricultural and Membrane Technologies, Batumi State University named after Shota Rustaveli; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5523-3411>

**Поступила / Received** 25.05.2025

**Принята / Accepted** 15.06.2025

## Информационные процессы / Information processes

Original article / Оригинальная статья  
<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.07>

### Non-improvable information compression algorithms

Viktor N. Saraev  , Ekaterina A. Chudinova

International Research Institute for Advanced Systems  
9, 60-Letiya Oktyabrya Ave., Moscow, 117312, Russian Federation  
 glowers.saraev@mail.ru

**Abstract.** This article explores the conceptualization of the Universe surrounding humans, the information it contains, and how humanity, through the perception of this information, creates images of the real, earthly, and imaginary worlds. It is shown that humanity tends to structure its knowledge of the world into specific laws that claim to explain observed phenomena and mental images. Distinguishing three main physical research paradigms in theoretical physics — o field-theoretical (dominant), geometric, and relational — the authors propose universal principles for structuring these paradigms. Particular attention is paid to the information compression algorithm as a recurring feature in various natural processes.

**Key words:** Natural phenomena, image, non-improvable algorithm, information compression, cognitome, observer, metrology, measurement, brand

**Funding.** No funding.

**For citation:** Saraev V.N., Chudinova E.A. Non-improvable information compression algorithms. *Information and Innovations*. 2025;20(2):32-40. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.07>

## Неулучшаемые алгоритмы сжатия информации

В.Н. Сараев  , Е.А. Чудинова

Международный научно-исследовательский институт проблем управления

пр-т 60-летия Октября, д. 9, г. Москва, 117312, Российская Федерация

 [gowers.saraev@mail.ru](mailto:gowers.saraev@mail.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена осмыслению окружающей человека Природы, содержащейся в ней информации и тому, как человечество на основе восприятия информации создаёт Образы реального Земного и воображаемого мира. Показано, что человечеству свойственно структурировать свои знания о мире в особые законы, претендующие на объяснение наблюдаемых явлений и мыслеобразов. Выделяя три основные физические парадигмы исследований в теоретической физике — теоретико-полевую (доминирующую), геометрическую и реляционную — авторы предлагаю универсальные принципы структурирования этих парадигм. Особое внимание уделено алгоритму сжатия информации как многократно повторяющемуся в различных природных процессах.

**Ключевые слова:** явления Природы, Образ, неулучшаемый алгоритм, сжатие информации, когнитом, наблюдатель, метрология, измерение

**Финансирование.** Финансирование отсутствовало.

**Для цитирования:** Сараев В.Н., Чудинова Е.А. Неулучшаемые алгоритмы сжатия информации. *Информация и инновации*. 2025;20(2):32-40. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.07>

## INTRODUCTION

In recent decades, the role of intangible assets in the structure of the global market has been increasing [1]. The global value of identified intangible assets increased from 5 to 62 trillion US dollars between 1996 and 2023, according to the World Intellectual Property Organization. In his speech on 20 June 2025, at the plenary session of the XXVIII St. Petersburg International Economic Forum, the theme of which was "Common Values — the Basis for Growth in a Multipolar World," the President of Russia noted that there are already about a million active trademarks in Russia and in 2024, almost 77 thousand brands were registered, mainly for light industry goods, software, household chemicals and some other products (an increase of 12% by 2023). The President of Russia emphasized: "It is necessary to further develop the intellectual property market, namely, to expand the possibilities of lending secured by patents and trademarks. They should become a real asset for business, which helps to attract funds for the creation or expansion of production"<sup>1</sup>. In general, Russia occupies an important place in the global intellectual property market, and the presence of about a million active trademarks indicates high business activity and the development of branding in the country.

The catalyst for the promotion of goods and services is such an intangible asset as a brand (trademark), the foundation of which is the IMAGE — a form of compressed information.

## IMAGE AS A FORM OF COMPRESSED INFORMATION

Throughout its evolution, humanity has sought to encapsulate complex, poorly understood natural phenomena into a unified

form [2], structuring them into a simple, clear, and comprehensible Image. For example, collective Images of Russia include the Russian bear, birch tree, Russian troika, the Three Bogatyrs, the Kremlin, the Motherland statue, Roscongress — a space of trust, St. Petersburg International Economic Forum, Kizhi, the Church of the Intercession on the Nerl, samovar, Russian ballet, space and Gagarin, St. Basil's Cathedral, and the Bolshoi Theatre.

The ancient calendar took the form of the Achinsk Rod 18000 years ago [3]. The Pythagorean theorem was formulated 4000 years ago by mathematicians of Ancient Mesopotamia. Between 1609–1619, Johannes Kepler formulated the three laws of planetary motion in the solar system. For instance, the second law states that each planet moves in a plane passing through the center of the Sun, and during equal time intervals, the radius vector connecting the Sun and the planet sweeps out equal areas. Nobel laureate in Physics A. Einstein proposed the special theory of relativity in 1905, formulating the mass-energy equivalence law  $E=mc^2$  [4]. Nobel laureates in Physiology or Medicine Francis Crick and James Watson proposed the double helix structure of DNA in 1953, which stores biological information as a genetic code [5]. This list could be extended, but it should be noted that humanity has not always succeeded in describing complex natural phenomena in a simple image, such as  $E=mc^2$  or DNA.

Structuring the physical universe, according to Academician of the Russian Academy of Natural Sciences (RAEN), Professor Yu. Vladimirov [6-8], should be based on a unified system of principles and regularities — using a monistic metarelational paradigm. Currently, fundamental theoretical physics research is conducted within three

<sup>1</sup> Plenary session of the St. Petersburg International Economic Forum. 20 June 2025. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/77222> (date of access: 21.06.2025).

paradigms: field-theoretical (dominant), geometric and relational.

Structuring each paradigm can rely on three principles [7]:

1. The metaphysical principle of dualism, based on two opposites (widely manifested in existing theories).

2. The metaphysical principle of trinity, long recognized in philosophical-religious teachings of both West and East (in physics, it manifests as three types of micro-world interactions: electromagnetic, weak, strong; three generations of elementary particles; three-quark structure of hadrons, etc.; in mathematics, in the ternary nature of addition and multiplication operations).

3. The metaphysical principle of fundamental symmetry, playing an extremely important role in modern fundamental physics.

## INFORMATION COMPRESSION ALGORITHMS

As demonstrated by RAS Academician K. Anokhin [9], a theory should provide a simple explanation for the diversity of complex natural facts and phenomena. The basis of this simple explanation follows the scheme<sup>2</sup>:

1. Understanding the world is not achieved through description. It occurs through deduction.

2. Understanding is compression.

Compressing the diversity of complex natural facts and phenomena results not only in a simple and clear Image but also in an algorithm — often a non-improvable one.

<sup>2</sup> Vaingauz A.M., Zvekov A.A., Novikov V.I., Saraev V.N. An unimprovable algorithm for optimizing structurally convex functionals with Boolean variables. Theory, Methodology, and Practice of Systems Research. All-Union Conf., January 29-31, 1985. Abstract of the report. Moscow: VNIISI, 1985, pp. 23-25. (In Russ.).

For example, a non-improvable information compression algorithm created in 2800 BC was realized in the cosmological architecture of Arkaim. Arkaim's spatial structure is a projection of the Sky onto Earth. Its fixed coordinate system enabled the design of the Eternal Zodiac, depicting the precession of Earth's axis around the North Ecliptic Pole as a spiral trajectory of the Celestial Pole among fixed stars. The Celestial Pole — a point on the celestial sphere around which stars appear to rotate daily due to Earth's axial rotation — completes a full cycle every 25 920 years. The Celestial Pole moves counterclockwise by 1° every 72 years. Arkaim's Eternal Zodiac remains unchanged in both its terrestrial model (meridian position is time-invariant) and celestial configuration.

The calendar problem allows describing and understanding objects of different natures — Heaven, Earth, and Humanity; Space and Time — within the unified coordinate system of the Eternal Zodiac. "Arkaim's Chronograph, a system for displaying cosmic time, is realized through three interconnected calendars: precessional, solar, and lunar. Other calendars, such as planetary calendars (e.g., the 60-year cycle of Jupiter-Saturn conjunctions), can also be based on this chronographic foundation" [10].

The effect of fixed stars is manifested in Simon Shnoll's non-improvable information compression algorithm [11], which analyzes the influence of external gravitational field energy on space. This energy alters the rate of various processes (biochemical reactions, alpha and beta decays of radioactive substances, etc.), reflected in histogram shapes characterizing different spacetime inhomogeneity regions. The fine structure of histograms mirrors the interference pattern of the space region Earth traverses during its motion.

Synchronized changes in histogram shapes across different geographical locations at the same absolute and local time are determined by the “stellar sky pattern” above the measurement site. Synchronization by local time is clearly due to Earth’s rotation relative to fixed stars and exposition of the studied process. Biological reaction rates, reflected in histogram fine structures, are influenced by sunrises, sunsets, solar eclipses, new and full moon phases, etc.

This synchrony was observed by Leonid Yakovlevich Glybin<sup>3</sup> in analyzing 13 000 medical histories, revealing a peculiar pattern: the probability of initial symptoms of various diseases varies sharply at different hours — peaking between 0:00–3:00 AM, sharply decreasing from 4:00–6:00 AM, then rising again.

The 20th century saw attempts to construct non-improvable algorithms by M.A. Kronrod, A.N. Antamoshkin, and his students. A non-improvable sorting algorithm [12] was developed in 1967 for the Soviet chess program *Kaissa* on the BESM-6 computer, which became the world’s first computer chess champion. In 1967, this program defeated a program developed by Stanford University group (led by J. McCarthy) 3–1 in a four-game match.

Non-improvable algorithms were developed for certain classes of unconditional pseudo-Boolean optimization problems [13–14]. For example, the algorithm found the exact minimum of special pseudo-Boolean function classes in  $(n+1)$  computations, where  $n$  is the optimization space dimension.

<sup>3</sup> Glybin L.Ya. Intra-diurnal cyclicity of the manifestation of some pathological processes: Abstract of the dissertation... Doctor of Medical Sciences. Irkutsk: East Siberian Branch of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, 1993. 20 p. (In Russ.).

The idea that information compression is not only an Image but also an algorithm — often non-improvable — was demonstrated by RAS Academician K. Anokhin<sup>4</sup> using Charles Darwin’s theory of natural selection [15]. Some researchers argue that Darwin’s discovery revealed life’s algorithmic origin, formalized as an algorithm [16–18]:

1. If organisms exhibit variability.
2. If some variants survive and reproduce better than others.
3. If this advantage is a heritable trait passed from parents to offspring.
4. Then the population composition will change.

Repeated application of this natural selection algorithm yields descriptions of diverse complex algorithms.

Acknowledging the power of Darwin’s algorithm, Academician K. Anokhin proposed the algorithm of cognitive progression — the cognitome algorithm<sup>5</sup>:

1. If organisms possess self-replicating functional systems.
2. If this replication occurs within a deep neural network.
3. If nodes of this network exhibit long-term plasticity.
4. Then the organism will necessarily form a neuronal hypernetwork and develop cognitiveness — psyche or intelligence.

Repeated application of this cognitome algorithm yields descriptions of diverse complex minds [9].

By analogy with Darwin’s evolutionary algorithm and Anokhin’s cognitome-neuronal hypernetwork algorithm, V. Saraev and I. Fe-

<sup>4</sup> Anokhin K. Cognite: A Hypernetwork Theory of the Brain. Presentation at the St. Petersburg Seminar on Cognitive Research. December 20, 2022, St. Petersburg University, Institute for Cognitive Research, St. Petersburg, Russia. (In Russ.).

<sup>5</sup> Там же.

dorov [19] formulated the active observer algorithm:

1. If there exists an active observer who changes during observation due to the observed natural process.
2. If the active observer studies this natural process.
3. If the active observer possesses the apparatus of mathematical logic.
4. Then the active observer can construct a model of this process to the extent they change under its influence and according to their interest in the model.

Repeated application of this algorithm across natural processes forms a complex picture of Nature, revealing the observer effect.

The fruitful idea — that information compression is not only an Image but also an algorithm (often non-improvable) — can be extended to measurement algorithms. Humans can only measure length directly; all other measurements are indirect computations. Measurement is comparison to a known quantity. For example, a thermometer measures not temperature but the height of a liquid column in a capillary, requiring computation to determine the temperature value. Measurements can be direct, indirect, joint (simultaneous measurement of heterogeneous quantities to find relationships), or aggregate (multiple measurements of homogeneous quantities). The measurement process establishes equivalence. In antiquity, this was esoteric knowledge transmitted orally [20].

The first measurement system is believed to have appeared among the Sumerians in the early 3rd millennium BC. The Babylonian term *bēru* (Sumerian *danna*) denoted both path length and the time taken to traverse it. "Within the 'length-time' system, one *bēru* corresponded to 2 modern hours, marked by the Sun's apparent movement

of 30 modern angular degrees across the sky and a distance of 10 km. The ancient Mesopotamian system organically unified linear, temporal, and angular measures" [20].

#### The Algorithm for Measuring Nature:

1. Perception (e.g., very cold, cold, warm, hot, very hot).
2. Observation.
3. Measurement.
4. Computation.
5. Perception refinement (e.g.,  $-50^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $+20^{\circ}\text{C}$ ,  $+30^{\circ}\text{C}$ ,  $+50^{\circ}\text{C}$ ).

Images, as a form of compressed information, are also formed in the modern world, for example, brands, trademarks or digital platforms. The digital platform "VITALITYSCOPE — Vitality. Preservation of vital forces" for a long life is an Image of the condensation of space-time-life, the analogue of which in the quantum world is the "quantum dot", which is located on the border of two worlds — these are no longer atoms, but not yet macroscopic bodies.

VITALITYSCOPE is the first device that allows studying the collective health and consciousness of humanity. Newton invented the telescope, Leeuwenhoek — the microscope. We came up with VITALITYSCOPE as a distributed spatial scanner that synchronizes human life systems with cosmic and natural processes.

## CONCLUSION

Development of information compression algorithms is one of the tools for developing a global fair market. Brands are a market form of IMAGES of perception of the world by different continents, civilizations, countries and nationalities. Exchange of brands allows to understand the cultural characteristics of different peoples, which ensures the conjugation of national interests in the construction of a multipolar world.

**CONTRIBUTION OF THE AUTHORS**

Viktor N. Saraev — conceptualization, methodology.

Ekaterina A. Chudinova — research implementation, supervision.

**ВКЛАД АВТОРОВ**

В.Н. Сараев — концептуализация, методология.

Е.А. Чудинова — проведение исследования, курирование.

**CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare that they have no conflict of interest.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**REFERENCES / СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Калинин Д. В., Помулев А.А. Анализ развития рынка нематериальных активов: российские и зарубежные реалии. *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*. 2024;(4):211-214. <https://doi.org/10.23672/SAE.2024.4.4.041>  
Kalinin D.V., Pomulev A.A. Analysis of the Development of the Intangible Assets Market: Russian and Foreign Realities. *Humanities, Social-Economic and Social Sciences*. 2024;(4):211-214. (In Russ.). <https://doi.org/10.23672/SAE.2024.4.4.041>
2. Агеев А., Сараев В., Чудинова Е. Бизнес-модели технологических решений. *Экономические стратегии*. 2025;27(3):78-85. <https://doi.org/10.33917/es-3.201.2025.78-85>. EDN GXAVLB  
Ageev A., Saraev V., Chudinova E. Business Models of Technological Solutions. *Economic Strategies*. 2025;27(3):78-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.33917/es-3.201.2025.78-85>
3. Ларичев В.Е. Мудрость змеи. Первобытный человек, Луна и Солнце. Новосибирск: Наука, 1989. 272 с. ISBN 5—02—029182—Х.  
Larichev V. E. The Wisdom of the Snake. Primitive Man, the Moon and the Sun. Novosibirsk: Nauka, 1989. 272 p. ISBN 5—02—029182—Х.
4. Эйнштейн А. Теория относительности. Избранные работы. Ижевск: Научно-изд. центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 224 с.  
Einstein A. Theory of Relativity. Selected Works. Izhevsk: Scientific Publishing Center "Regular and Chaotic Dynamics", 2000. 224 p.
5. Крик Ф. Что за безумное стремление! М.: ACT, 2020. 318 с. ISBN 978-5-17-115954-2.  
Crick F. What mad pursuit! Moscow: AST Publishers, 2020. 318 p. ISBN 978-5-17-115954-2.
6. Владимиров Ю.С. Метареляционный подход к основаниям фундаментальной физики. *Метафизика*, 2024; 1(51):10-32. <https://doi.org/10.22363/2224-7580-2024-1-10-32>  
Vladimirov Yu.S. Metarelational Approach to Foundations of Fundamental Physics. *Metaphysics*. 2024, 1(51): 10-32. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2224-7580-2024-1-10-32>
7. Владимиров Ю.С. Метафизические основания физики. Монография. Москва ЛЕНАНД, 2024; 240 с. ISBN 978-5-00237-058-0.  
Vladimirov Yu.S. Metaphysical Foundations of Physics. Monograph. Moscow LENAND, 2024; 240 p. (In Russ.). ISBN 978-5-00237-058-0.

8. Владимиров Ю.С. Основания фундаментальной физики, принцип Маха и космология. *Метафизика*. 2025; 1(55):8-30. <https://doi.org/. 10.22363/2224-7580-2025-1-8-30>  
 Vladimirov Yu.S. Foundations of Fundamental Physics, Mach's Principle, and Cosmology. *Metaphysics*. 2025; 1(55):8-30. (In Russ.). <https://doi.org/. 10.22363/2224-7580-2025-1-8-30>
9. Анохин К.В. Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания. *Журнал Высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*. 2021; 71(1):39–71. <https://doi.org/10.31857/S0044467721010032>  
 Anokhin K.V. Cognitome: in Search of Fundamental Neuroscience Theory of Consciousness. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*. 2021. 71(1):39–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0044467721010032>
10. Быструшкин К.К. Феномен Аркаима: космологическая архитектура и историческая геодезия. М.: Белые альвы, 2009. 272 с. ISBN: 5-7619-0172-2.  
 Bystrushkin K.K. The Arkaim Phenomenon: Cosmological Architecture and Historical Geodesy. Moscow: Belye Alvy, 2009. 272 p. ISBN: 5-7619-0172-2.
11. Шноль С.Э. Космологические факторы в случайных процессах. М.: МГУ, Swedish physics, Svenska fysikarkivet, 2009. 390 с.  
 Shnoll S.E. Kosmofysiska faktorer i slumpmassiga processer. Svenska fysikarkivet, Stockholm, 2009. 390 p. ISBN: 978-91-85917-06-8.
12. Кронрод М.А. Алгоритм оптимальной сортировки без операционного поля. *Доклады Академии наук СССР*. 1969;186(6):1256–1258.  
 Kronrod M.A. An optimal ordering algorithm without a field of operation. *Reports of the USSR Academy of Sciences*. 1969;186(6):1256–1258.
13. Антамошkin А.Н. Регулярная оптимизация псевдобулевых функций. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1989. 159 с.  
 Antamoshkin A.N. Regular optimization of pseudo-Boolean functions. Krasnoyarsk: Publishing house of Krasnoyarsk University, 1989. 159 p.
14. Антамошkin А.Н., Масич И.С. Не улучшаемый алгоритм условной оптимизации монотонных псевдобулевых функций. *Исследовано в России*. 2004;(7):703-708.  
 Antamoshkin A.N., Masich I.S. A non-improvable algorithm for conditional optimization of monotone pseudo-Boolean functions. *Researched in Russia*. 2004;(7):703-708.
15. Дарвин Ч. Полное собрание сочинений Чарльза Дарвина. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение избранных пород в борьбе за жизнь. Москва; Ленинград: Гос. изд-во, 1925-1929. Москва; Гос. изд-во, 1926. 446 с.  
 Darwin Ch. The Complete Works of Charles Darwin. On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. Moscow; Leningrad: State Publishing House, 1925–1929. Moscow; State Publishing House, 1926. 446 p.
16. Деннет Д. Опасная идея Дарвина: эволюция и смысл жизни. М.: Новое литературное обозрение, 2020. 784 с.  
 Dennett D. Darwin's dangerous idea. Evolution and the meanings of life. Moscow: Nlo-books, 2020. 784 p.
17. Chaitin G. Meta Math!: The Quest for Omega. New York: Pantheon Books, 2005. 240 p.

18. Sober E. "Chapter 29. Darwin on Natural Selection: A Philosophical Perspective". *The Darwinian Heritage*, edited by David Kohn, Princeton: Princeton University Press, 1986, pp. 867-900. <https://doi.org/10.1515/9781400854714.867>
19. Сараев В.Н., Федоров И.Ю. О некоторых наблюдениях фундаментальных законов природы. *Экономические стратегии*. 2023;25(3):42-49.  
Saraev V.N. Fedorov I.Yu. On Some Observations of the Fundamental Laws of Nature. *Economic Strategies*. 2023;25(3):42-49. (In Russ.). <https://doi.org/10.33917/es-3.189.2023.42-49>
20. Белобров В.А. Меры длины Средиземноморья: от Древнего Египта к средневековой Византии. М.: Сам Полиграфист, 2020. 482 с. ISBN 978-5-00166-196-2.  
Belobrov V. The Length Measures of the Mediterranean. From Ancient Egypt to Medieval Byzantium. Moscow: The Polygraphist himself, 2020. 482 p. ISBN 978-5-00166-196-2.

### INFORMATION ABOUT THE AUTORS

**Viktor N. Saraev**, Cand. Sci. (Eng.), First Deputy Director General, International Research Institute for Advanced Systems, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology; e-mail: glowers.saraev@mail.ru

**Ekaterina A. Chudinova**, independent researcher.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Виктор Никифорович Сараев**, к.т.н, первый заместитель генерального директора, Международный научно-исследовательский институт проблем управления, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники; е-mail: glowers.saraev@mail.ru

**Екатерина Андреевна Чудинова**, независимый исследователь.

**Received / Поступила** 21.06.2025

**Accepted / Принята** 15.07.2025

## Информационные процессы / Information processes

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.11>

### Разработка прототипа системы распознавания и классификации корпоративных документов

И.В. Перлов , С.А. Селиванов, А.В. Синицын, Ш.М. Шахгусейнов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет»

проспект Вернадского, 78, г. Москва, 119454, Российская Федерация

 perlovivan@yandex.ru

**Аннотация.** Актуальность. В современных условиях становится важным повышение точности и скорости обработки документов.

**Цель.** Разработка системы конвертации, распознавания и классификации корпоративных документов в нередактируемых форматах.

**Материалы и методы.** В разработке использовался язык программирования Python 3.10, библиотеки scikit-learn 1.6, joblib и poppler, модуль Razdel, PyTorch 2.2, Hugging Face Transformers 4.39, пакеты PyPDF2 / pdfminer.six / pdfplumber; инструмент Tesseract OCR 5 с использованием pytesseract. Для устранения разрывов строк и уменьшения шума использовался пакет OpenCV-python. Веб-интерфейс строился на Vite и React с использованием Bootstrap 5.

**Результаты.** Разработан прототип системы, позволяющий эффективно конвертировать документ из нередактируемого формата в редактируемый в форме определенного документа.

**Выходы.** Использование технологий искусственного интеллекта ускоряет рабочие процессы, уменьшает окно ошибок. Решение интегрируется в рабочие процессы, но для обучения классификации требуется большое количество данных.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект; извлечение информации; классификация документов; оптическое распознавание символов; извлечение сущностей; автоматизация документооборота

**Финансирование.** Финансирование отсутствовало.

**Для цитирования:** Перлов И.В., Селиванов С.А., Синицын А.В., Шахгусейнов Ш.М. Разработка прототипа системы распознавания и классификации корпоративных документов. *Информация и инновации*. 2025;20(2):41-57. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.11>

© Перлов И.В., Селиванов С.А., Синицын А.В., Шахгусейнов Ш.М., 2025



# Development of a prototype system for recognizing and classifying corporate documents

Ivan V. Perlov , Sergey A. Selivanov, Alexander V. Sinitsyn,  
Shamhal M. Shakhguseynov

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education*

*"MIREA — Russian Technological University"*

*78, Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russian Federation*

 *perlovivan@yandex.ru*

**Abstract.** *Relevance.* In today's environment, improving the accuracy and speed of document processing is becoming increasingly important.

*Target.* Development of a system for converting, recognizing, and classifying corporate documents in non-editable formats.

*Materials and Methods.* The development utilized Python 3.10, the scikit-learn 1.6 library, joblib and poppler, the Razdel module, PyTorch 2.2, and Hugging Face Transformers 4.39. The PyPDF2 / pdfminer.six / pdfplumber packages; and the Tesseract OCR 5 tool using pytesseract. The OpenCV-python package was used to eliminate line breaks and reduce noise. The web interface was built on Vite and React using Bootstrap 5.

*Results.* A prototype system was developed that enables efficient document conversion from a non-editable format to an editable one within a specific document.

*Conclusions.* The use of artificial intelligence technologies accelerates workflows and reduces the error window. The solution integrates into workflows, but classification training requires a large amount of data.

**Keywords:** artificial intelligence; information extraction; document classification; optical character recognition; named entity recognition; automation of document flow

**Funding.** No funding.

**For citation:** Perlov I.V., Selivanov S.A., Sinitsyn A.V., Shakhguseynov S.M. Development of a prototype system for recognizing and classifying corporate documents. *Information and Innovations*. 2025;20(2):41-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.11>

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительной цифровой трансформации объём электронных документов, циркулирующих в корпоративной, государственной и научно-образовательной среде, неуклонно растёт, а форматы нередактируемых файлов — прежде всего PDF, сканы и фотоснимки — остаются преобладающими носителями информации. Их распространённость объясняется универсальностью формата и гарантированным сохранением визуального оформления, однако именно эти преимущества оборачиваются серьёзными препятствиями при последующей обработке: традиционные методы оптического распознавания символов сталкиваются с многообразием кодировок, шрифтов и встраиваемых графических объектов, что приводит к падению точности извлечения текста и искажению содержимого. Для российской деловой практики проблема усугубляется регламентированным оборотом большого числа унифицированных бланков и форм; неэффективное ручное переписывание или пост-коррекция распознанных документов затягивает бизнес-процессы и повышает риск ошибок.

Актуальность исследования определяется необходимостью комплексной автоматизации всего цикла работы с такими документами: от извлечения текста до его структурирования, тематического отнесения и переноса в редактируемые форматы. Интеграция современных методов искусственного интеллекта позволяет объединить на единой технологической платформе OCR-распознавание, классификацию с помощью искусственного интеллекта по типовым шаблонам и задачу именованного распознавания сущностей, а затем автоматически заполнять стандартизованные редактируемые формы.

Подобный сквозной подход обеспечивает воспроизводимое качество данных, устраняет ручной труд и существенно сокращает время реагирования организаций на входящий документопоток.

Целью данной работы является разработка системы конвертации с функциями распознавания и классификации различных типов нередактируемых корпоративных документов для коррекции в офисном формате с применением методов искусственного интеллекта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Язык программирования Python 3.10 стал единым исполнением для всего прототипа: он сочетает динамическую типизацию с богатой экосистемой научных пакетов и позволяет запускать трансформерные модели на CPU или GPU без смены среды.

NumPy — фундаментальная библиотека векторных вычислений, реализующая массивы ndarray и приближающая производительность к C/Fortran-коду; все остальные компоненты стека опираются на её тензорную модель памяти.

Библиотека scikit-learn 1.6 предоставляет реализацию TF-IDF-векторизации и линейного SVM-классификатора (LinearSVC с ядром liblinear), что обеспечивает быструю и интерпретируемую тематическую классификацию текстов.

Библиотека joblib используется для сериализации моделей scikit-learn: он сохраняет матрицы весов в сжатом бинарном формате, совместимом с различными версиями Python.

Razdel — лёгкий русскоязычный токенизатор, устойчивый к пунктуационному шуму нормативных текстов и не требующий загрузки крупных словарей.

Библиотеки pandas и tqdm обеспечивают потоковое формирование корпусов

и полоску прогресса при многопоточном разборе XML-файлов, что упрощает подготовку разметки со слабым надзором.

Современную трансформерную часть реализует связка PyTorch 2.2 и Hugging Face Transformers [1] 4.39. PyTorch обеспечивает автоматическое дифференцирование и CUDA-ускорение, Hugging Face Transformers — высокуюровневые классы AutoModel и Trainer, позволяющие дообучить ruBERT-модель. Библиотека Accelerate 0.27 автоматически конфигурирует устройство вычислений и управляет распределёнными градиентами. Для расчёта показателей качества применяется пакет seqeval, специализированный на метриках последовательной разметки (точность, полнота, F1-мера для NER [2]). Весы модели сохраняются в формате safetensors, устойчивом к частичной порче данных и потоковому чтению.

Подготовка и хранение датасетов основаны на Hugging Face Datasets 3.6: библиотека поддерживает ленивую загрузку из JSON, параллельную предобработку и транзакционный экспорт в Arrow-формате.

Извлечение текстового и табличного содержимого из PDF-документов реализовано на Python с использованием PyPDF2, pdfminer.six и pdfplumber. PyPDF2 позволяет управлять геометрией страниц и выделять отдельные регионы документа; pdfminer.six предоставляет по-символьный доступ к текстовым блокам и информации о шрифтах, а pdfplumber облегчает извлечение структурированных таблиц в виде вложенных списков. Для работы с графикой применяется Pillow (PIL) и pdf2image, рендерящие страницы в растровые изображения. В случаях отсутствия текстового слоя или наличия изображений используется OCR на базе Tesseract 5 [3], а OpenCV-python устраняет артефакты разрыва строк и уменьшает

шум контраста с последующим извлечением контуров ячеек.

Фронтенд приложения построен на Vite с использованием React и Bootstrap 5. Интерфейс предоставляет авторизацию двумя способами: через форму (валидация логина и пароля на клиенте) и OAuth-авторизацию от Google с помощью пакета @react-oauth/google и декодера jwt-decode. Основной компонент приложения реализует drag-and-drop загрузку документов, проверку их типа и размера, а также отображение результатов извлечения сущностей с сохранением их в состоянии React. Формируемые данные могут быть отредактированы пользователем и отправлены в виде структуры с текстом, сущностями и выбранным шаблоном документа.

Для автоматической генерации выходного делового документа применён пакет python-docx. Он даёт программный доступ к структуре DOCX, что позволяет искать плейс-холдеры по цвету шрифта, заменять их на извлечённые реквизиты и сохранять итоговый файл с исходным оформлением Word.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### 1. Постановка задачи

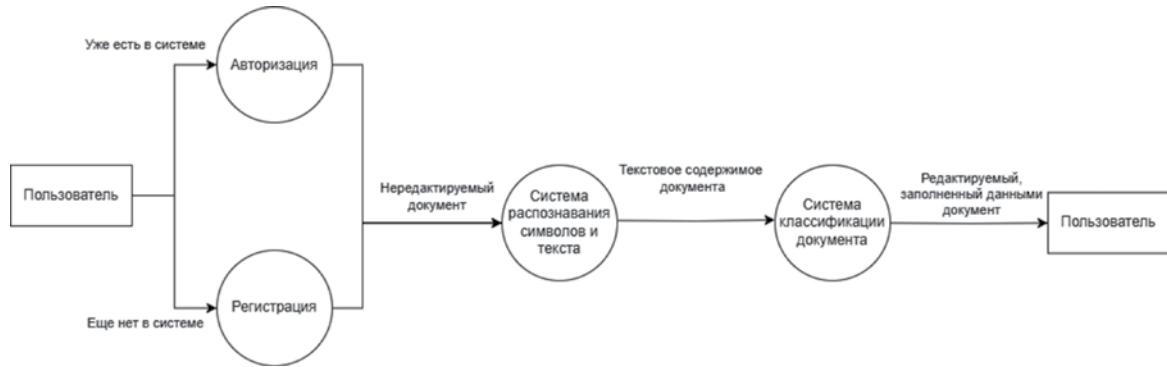
Задача данного прототипа — показать возможность и эффективность использования технологий искусственного интеллекта при работе с нередактируемыми типами документов. Она должна самостоятельно получить данные из документа, классифицировать по типу и определить необходимые сущности для заполнения редактируемого шаблона и выдать пользователю. Для этого необходимо собрать скрипт распознавания данных с помощью технологий OCR, который из документа будет получать текст и передавать его в модули классификатора документа и извлечения сущностей, которыми заполнят шаблон.

## 2. Серверная часть

### 2.1. Архитектура прототипа

Прототип прост в своей структуре — авторизация, файл загружается, обраба-

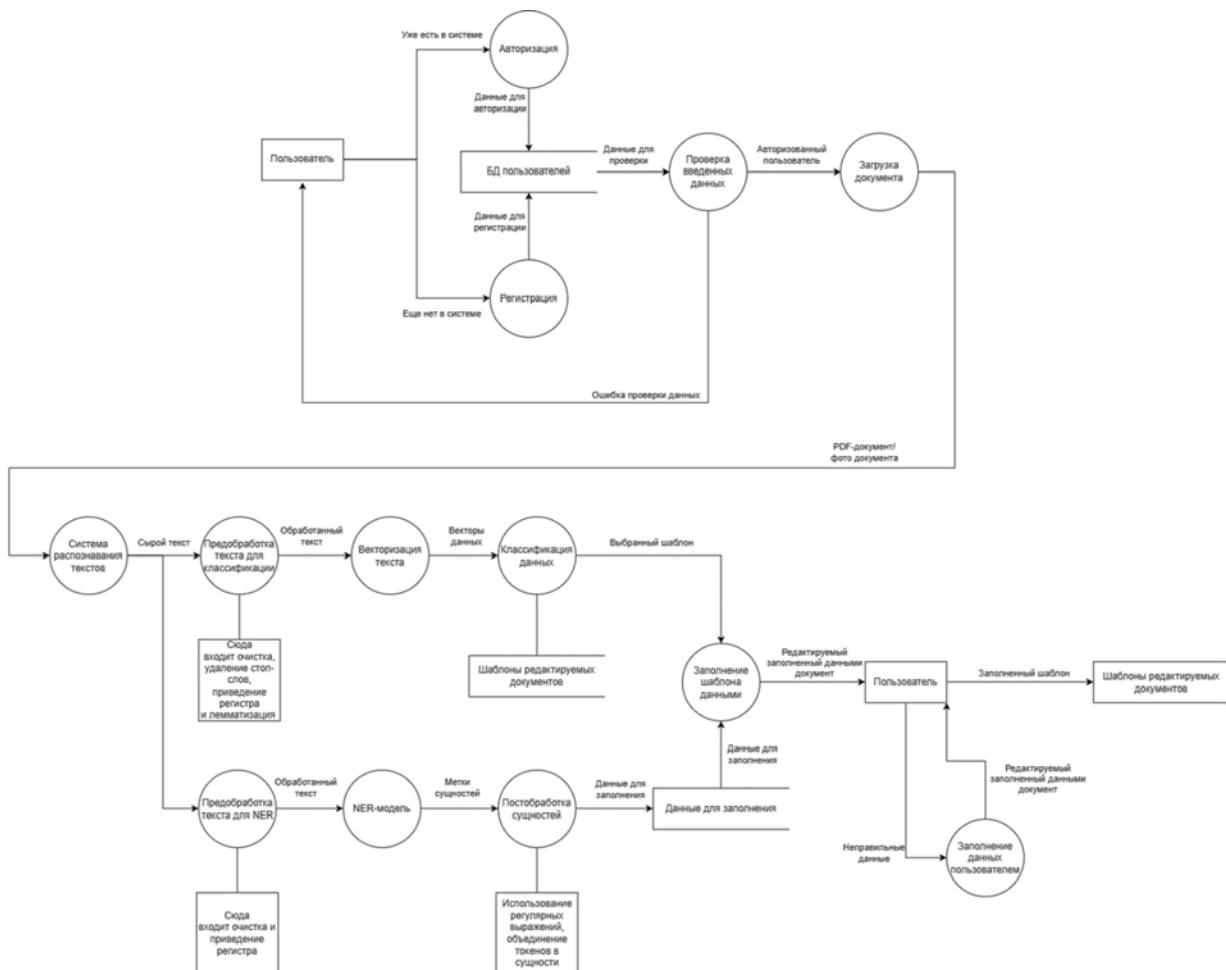
тывается и на выходе получается заполненный шаблон в редактируемом формате. Изобразим диаграмму DFD (Data Flow Diagram) на рис. 1:



**Рис. 1. Верхний уровень DFD-диаграммы прототипа**

**Fig. 1. Top level of the prototype DFD diagram**

И теперь декомпозирируем, рис. 2:



**Рис. 2. Декомпозиция DFD — диаграммы прототипа**

**Fig. 2. Decomposition of DFD — prototype diagram**

Авторизовавшись или зарегистрировавшись, пользователь, загружая документ, передает его в модуль распознавания текстов, задача которой определить содержимое документа. Сырой текст дальше передается в две «ветки» — одна отвечает за классификацию всего документа, вторая — за распознавание сущностей в нем. У каждой идет своя предобработка — для классификатора это очистка, удаление стоп-слов, приведение регистра и лемматизация, а для NER — только очистка и приведение регистра. После этого NER-модель начинает находить токены в тексте, а классификатор сначала отдельно векторизует данные и потом только определяет шаблон. Для NER же дополнительно происходит постобработка сущностей, чтобы с помощью регулярных выражений найти недостающие сущности. И потом эти данные объединяются — с сервера берется нужный шаблон и заполняется данными в нужные места документа в редактируемом формате. Если же данные были неправильно заполнены — пользователь заполняет их вручную или выбирает из предложенных.

## 2.2. Обучение распознавателя

Для повышения точности распознавания слабоконтрастных или искажённых символов были дообучены модели Tesseract 5 на двух специализированных датасетах: OCR-Cyrillic-Printed-8 (синтетические строки на кириллице) и Brno Mobile OCR Dataset (B-MOD) — изображения текста, снятые с мобильных устройств при различных уровнях сложности условий съёмки [4]. Обе выборки были конвертированы в формат, необходимый для системы Tessstrain (.tif и .gt.txt), с последующей генерацией .box и .lstmf файлов. Использовалось дообучение на основе предобученных моделей rus и eng, ограниченное 10 000 итерациями.

Результаты (рис. 3-4) продемонстрировали значительное снижение Character Error Rate (CER) [5] на тренировочных данных. Модель custom\_rus достигла минимальной ошибки 8.888 %, стабилизировавшись на уровне 10.300 %, в то время как custom\_eng показала минимум 11.981 %, но с признаками переобучения на поздних итерациях. Хотя на стандартных документах прирост точности был незначителен, на низкокачественных и архивных сканах дообученные модели показывают более высокий процент точности распознавания символов, чем стандартные модели. Дообученные модели были успешно интегрированы в общий пайплайн извлечения текстовых данных из загружаемых в систему документов.

## 2.3. Архитектура распознавателя

Данный компонент системы представляет собой многофункциональный модуль для извлечения текстовой и табличной информации из PDF-документов, включая документы с изображениями страниц. Он был разработан как часть системы обработки юридических и корпоративных документов, включая случаи, когда оригинальные тексты представлены в виде сканированных изображений без текстового слоя. Основная цель скрипта — предоставить универсальный подход к анализу содержимого PDF, независимо от сложности его структуры.

Для документов с текстовым слоем применяется связка библиотек pdfminer и pdfplumber: первая отвечает за посимвольное извлечение текстовых блоков и информации о шрифтах, вторая — за точное распознавание таблиц, представленных в структурированном виде. Извлечённые таблицы преобразуются в удобный для дальнейшего анализа формат (markdown-подобный), а текстовые блоки сортируются по координате



**Рис. 3. Результаты обучения для русских символов**

**Fig. 3. Learning results for Russian characters**

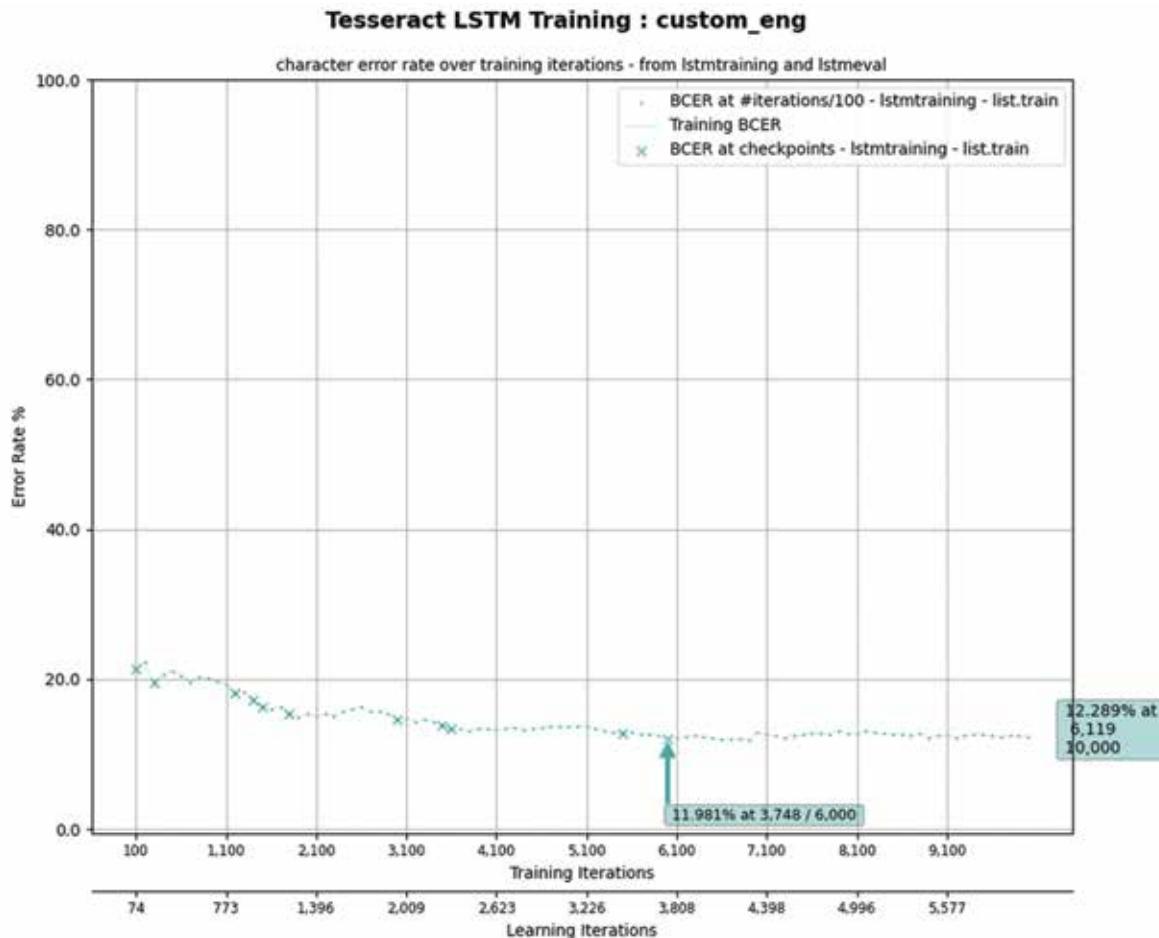
У для восстановления логического порядка.

В случаях, когда документ представлен в виде изображения или содержит встроенные векторные элементы без текстового слоя, скрипт переходит к обработке на уровне изображения. Сначала осуществляется обрезка интересующего элемента (LTFigure) и конвертация его в растровый формат PNG с использованием PyPDF2 и pdf2image. Далее применяется комплексная обработка средствами OpenCV: бинаризация методом Оцу, морфологическая фильтрация с использованием структурных элементов (ядер) для выделения горизонтальных и вертикальных линий

таблиц, объединение их в общую маску и извлечение контуров ячеек. Полученные ячейки распознаются инструментом pytesseract. На выходе формируется таблица с распознанным текстом, что позволяет корректно обрабатывать даже зашумленные и графически сложные документы.

#### 2.4. Датасет для классификатора и модуля извлечения сущностей

Для начала нужно рассказать о корпусе данных, который использовался для обучения классификатора. RusLawOD — это корпус текстов законодательных актов Российской Федерации и их метаданных за период с 1991 по 2023 год, содержит в своей облегченной версии около 281233



**Рис. 4.** Результаты обучения для английских символов

**Fig. 4.** Learning results for English characters

документов в формате XML. Структура каждого XML-документа такова:

- в тэге `<body>` находится тег `textIPS`, который содержит весь текст из документа, загруженного в информационно-правовую систему «Законодательство Российской Федерации»;
- дальше идут теги `act`, `meta`, `identification`, внутри которых нас интересуют 4 тега для задачи определения сущностей:

- `doc_author_normal_formIPS` со значением `val` — принявший правовой акт орган власти, может отсутствовать;
- `docdateIPS` — содержит дату подписания документа по сведениям ИПС

«Законодательство России», строка вида `dd.mm.гггг` может отсутствовать у документов;

- `docNumberIPS` — строка юридического номера документа. Может содержать значение `б/н`, когда такой номер отсутствует официально. Может отсутствовать у документов, которые не были опубликованы в ИПС Законодательство России;
- `signedIPS` — строка с ФИО человека, подписавшего документ.
- `doc_typeIPS` — вид документа, строка с фиксированными значениями из классификатора принимающих органов. Может отсутствовать у документов, кото-

рые не были опубликованы в ИПС Законодательство России. Будет использоваться для классификации документов.

## 2.5. Архитектура классификатора

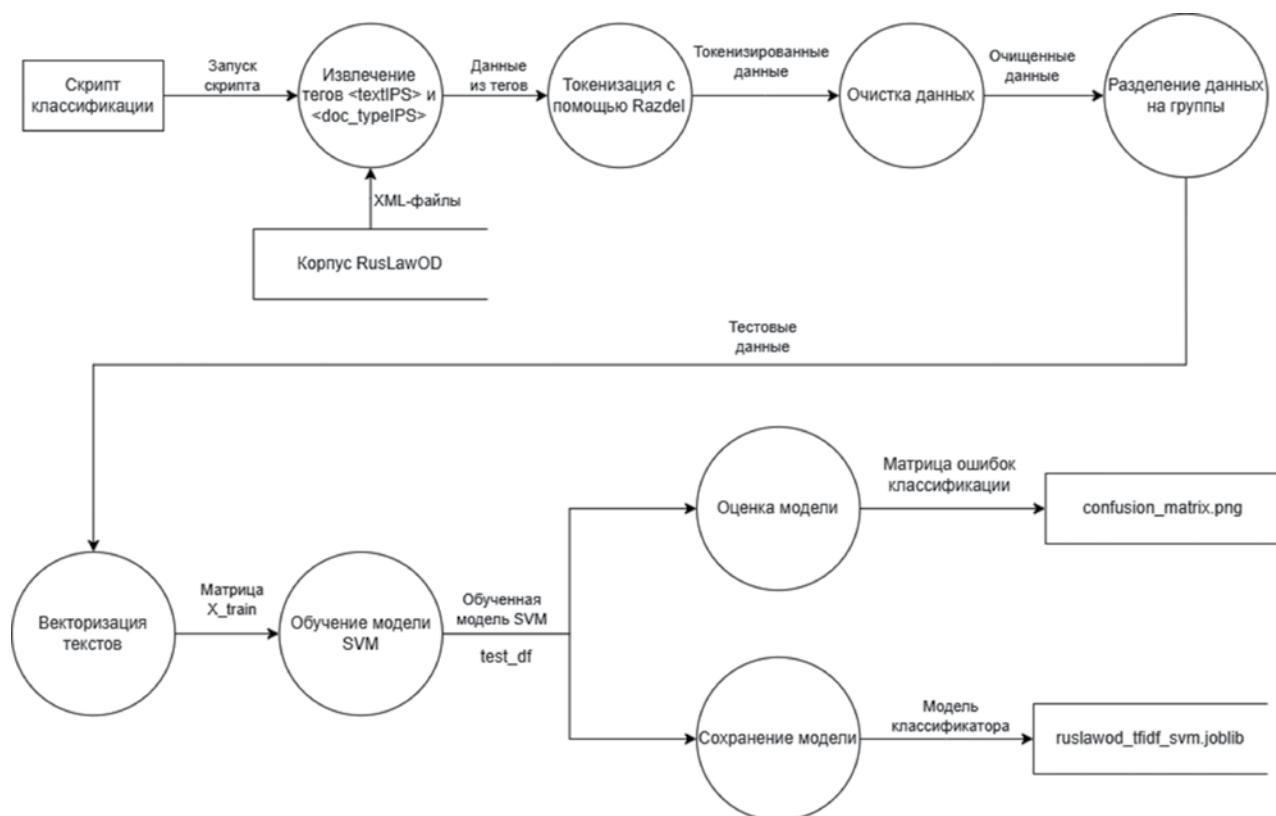
Перейдем к скрипту классификации `ruslawod_classifier.py`. На этапе предварительной обработки он параллельно разбирает XML-файлы RusLawOD. Длинные документы усекались до 10 000 токенов, для токенизации использовалась библиотека Razdel, обеспечивающая корректное разбиение русского официально-делового текста. После очистки корпус разделялся стратифицированно (80 % — обучение, 20 % — тестовые). Архитектура модели состоит из двуграммного TF-IDF-векторизатора [6] и линейного SVM [7] (ядро liblinear) с автоматической балансировкой классов. Обучение на 228 тыс. актов заняло 15 минут на CPU;

итоговая точность 0,998, макро-F1-мера 0,976. Итоговый векторизатор и веса классификатора сериализуются при помощи joblib, образуя файл `ruslawod_tfidf_svm.joblib`.

Диаграмма DFD процесса обучения представлена на рис. 5.

## 2.6. Архитектура модуля извлечения сущностей

Для извлечения сущностей «орган-издатель, дата, номер, подпись» [8] использована двухэтапная схема. Сначала скрипт `build_ner_dataset.py` формирует слабонаблюдаемый датасет [9]: из тех же XML берутся соответствующие поля, затем регулярными выражениями эти строки ищутся в полном тексте и переводятся в BIO-разметку. Параллельный парсинг 280 тыс. файлов и токенизация позволили собрать  $\approx 195$  тыс. размеченных пред-



**Рис. 5. Диаграмма DFD процесса обучения классификатора**  
**Fig. 5. DFD diagram of the classifier training process**

ложений; они сохранены в JSON-файлах train/valid/test.

Дообучение трансформерной модели [10] выполняет скрипт train\_hf\_ner.py. В качестве базового чекпойнта выбран ruBERT-base [11] (12 слоёв, 768 скрытых нейронов). Выходная голова классификации токенов переинициализируется на девять классов (би-теги и фон О). Параметры обучения: оптимизатор AdamW, скорость обучения  $5 \cdot 10^{-5}$ , весовой спад  $1 \cdot 10^{-2}$ , размер пакета 16, длина последовательности 256 токенов, число эпох 3. Обучение на GPU заняло 2 ч. времени.

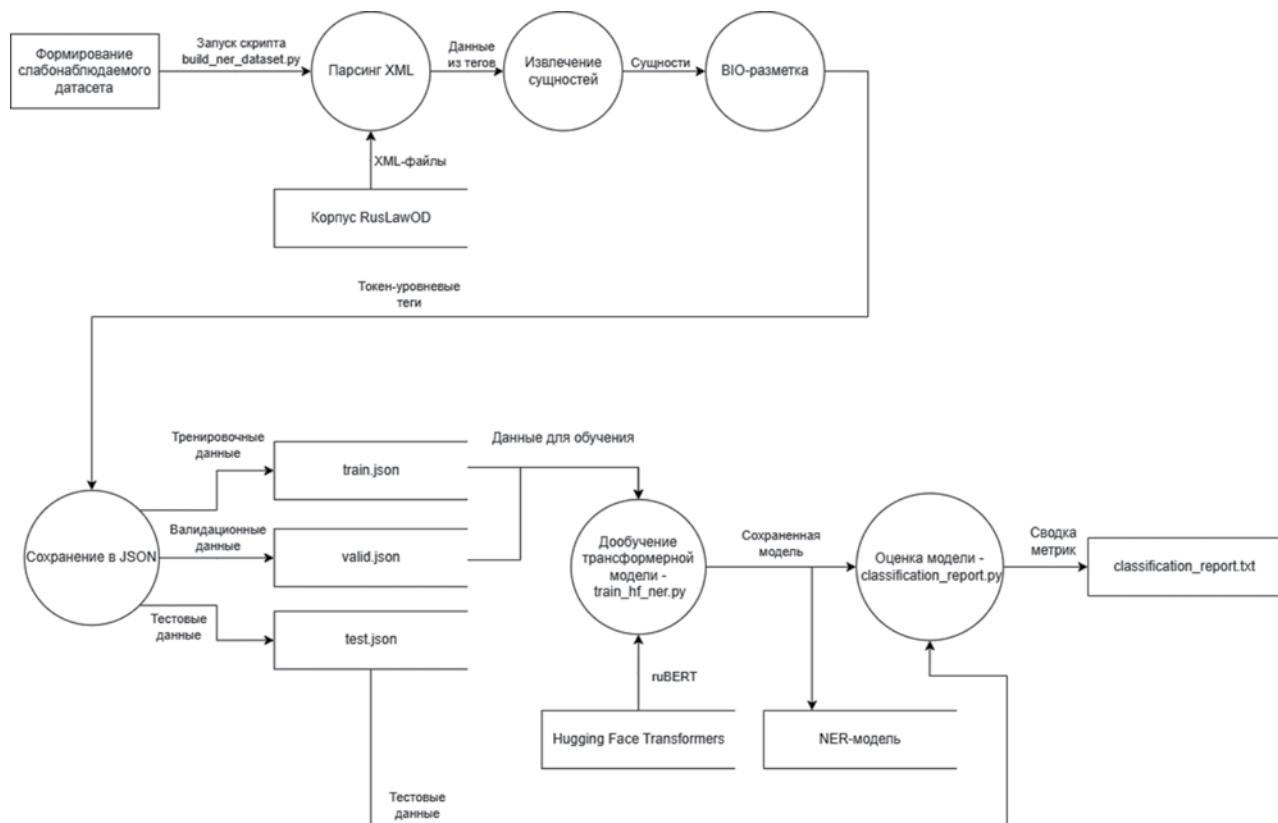
Контрольные метрики рассчитывает скрипт classification\_report.py. Он загружает сохранённые веса, выполняет инференс на test-сплите датасета и с помощью пакета seqeval формирует отчёт.

На контрольной выборке получены: микровзвешенная F1-мера 0,998; по классам AUTHORITY — 0,944, DATE — 0,981, DOC\_NUM — 0,974, SIGNATORY — 0,684. Низкая полнота подписи объясняется отсутствием тега <signedIPS> в ≈ 30 % актов.

Диаграмма DFD для скриптов NER — ниже на рис. 6.

## 2.7. Интеграция компонентов

Интеграцию компонентов в единый конвейер реализует скрипт process\_legal\_pdf.py. Входом служит произвольный PDF-файл нормативного акта. Текст извлекается гибридным конвейером: при наличии текстового слоя — через pdfminer.six, иначе страница рендерится pdftoppm (poppler) и распознаётся Tesseract OCR 5. Далее текст нормализуется и передаётся на TF-IDF-классификатор. Предсказанная



**Рис. 6. Диаграмма DFD процесса обучения модели извлечения сущностей**  
**Fig. 6. DFD diagram of the entity extraction model training process**

метка типа документа и сам текст поступают в BERT-NER-пайплайн, который возвращает агрегированные сущности. Дополнительный пост-процесс добавляет дату и номер регулярными выражениями, если модель их пропустила. Результат сохраняется в \*.out.json. Таким образом, один вызов скрипта реализует полный цикл «PDF → класс акта → реквизиты».

### **3. Клиентская часть**

#### **3.1. Компонент загрузки файлов**

В верхней части страницы размещён компонент загрузки файлов. Он поддерживает два способа добавления документа:

«Кнопка загрузки»: при нажатии открывается диалоговое окно выбора файла.

«Перетаскивание файла»: пользователь может перетащить файл в специально обозначенную зону (drag-and-drop), которая визуально выделена и содержит соответствующую инструкцию (например: «Перетащите файл сюда или нажмите, чтобы выбрать»).

После загрузки файла происходит его автоматическая отправка на сервер и последующая обработка.

#### **3.2. Основной раздел работы с документом**

Расположен ниже компонента загрузки и состоит из двух частей:

*Центральный блок — извлечённый текст.*

В этой области отображается весь текст, извлечённый из загруженного документа. Это текстовое поле с возможностью прокрутки, при необходимости редактируемое.

*Правая боковая панель — список сущностей.*

В виде вертикального списка расположены выпадающие списки (компоненты типа dropdown), каждый из которых содержит определённую категорию извлечённых сущностей: наименование органа, ФИО, даты, другие ключевые данные (например, должности, адреса и т. п.).

Каждый выпадающий список позволяет просматривать, редактировать или удалять найденные значения.

#### **3.3. Раздел формирования итогового документа**

Ниже основного раздела размещён блок взаимодействия с шаблонами:

*Выбор шаблона.*

Выпадающий список или компонент выбора, позволяющий пользователю выбрать один из доступных шаблонов документов, хранящихся в системе.

*Кнопка «Отправить».*

При нажатии на кнопки:

*Извлечённый и, при необходимости, откорректированный текст.*

*Список выбранных и подтверждённых сущностей.*

*Информация о выбранном шаблоне.*

— всё это отправляется на сервер.

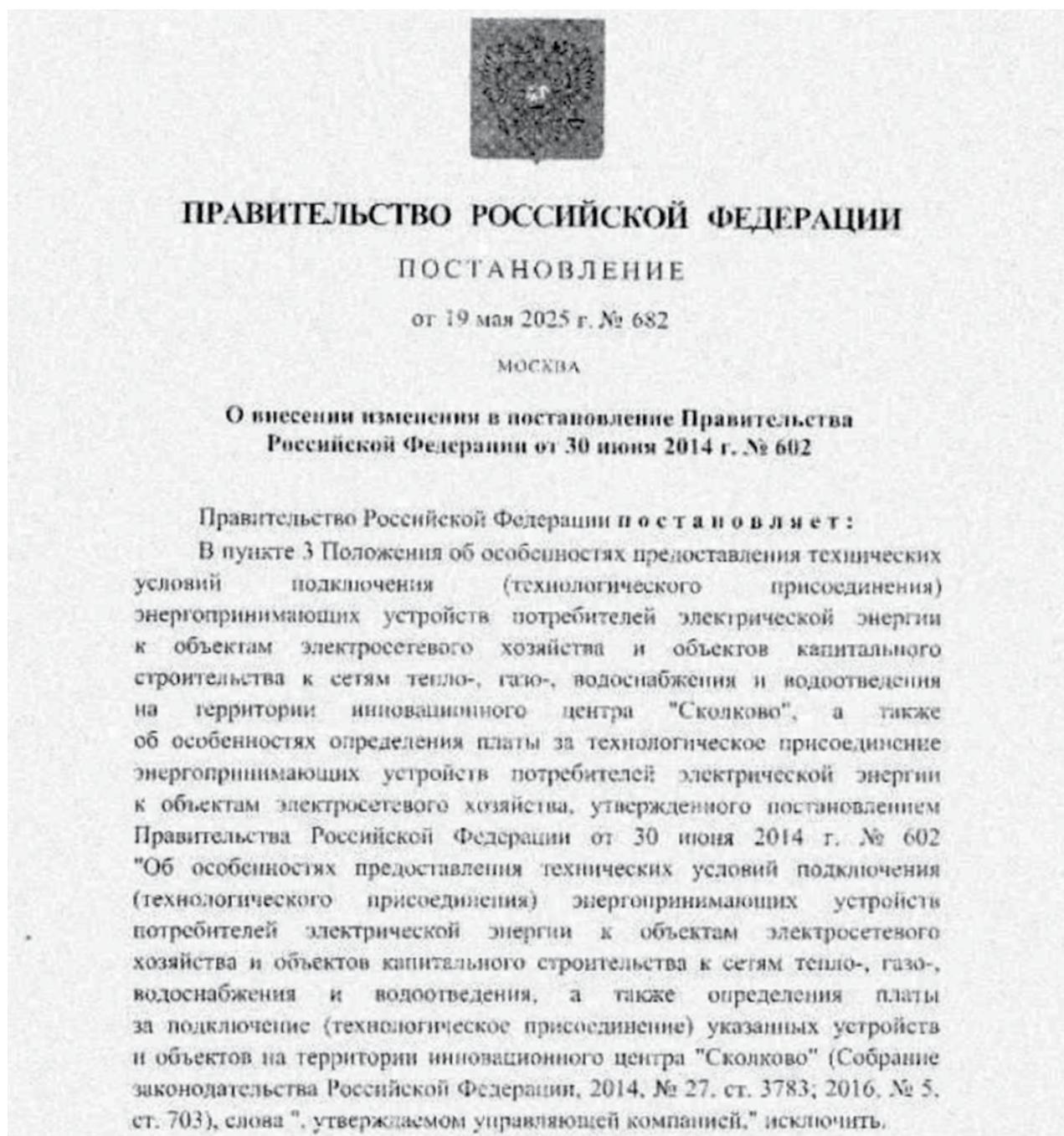
Сервер на основе полученных данных формирует финальный документ в формате Word (.docx), который автоматически предлагается пользователю для скачивания.

#### **4. Демонстрация работы прототипа**

Запустим интеграционный скрипт на документе, представленном на рис. 7 ниже.

У данного изображения было искусственно уменьшено качество — добавлены шумы, уменьшено разрешение и повышенна яркость — все в целях тестирования на нечетком изображении. Результат распознавания и классификации представлены на рис. 8.

Как видно, тип документа определен верно, так же как и номер, дата документа, орган принявший его. Отсутствие подписи объясняется малым количеством данных для обучения. JSON выглядит немного иначе (содержит информацию о местах начала и конца сущностей), но вся основная информация вынесена для удобства восприятия в вышеуказанный текстовый

**Рис. 7. Тестовый нередактируемый файл****Fig. 7. Test uneditable file**

Источник / Source: документ / document

файл. Скрипт выполнялся около 10 секунд. Далее скрипт заполнит шаблон полученными данными, результат на рис. 9.

Имеется ряд интересных работ по тематике данной статьи. В работе [12] пред-

ставлены усовершенствованные методы оптического распознавания символов (OCR) для распознавания выражений в отсканированных документах. Исследование демонстрирует, как новые алгоритмы

```

1 Тип акта: Постановление
2
3 === Извлечённые реквизиты ===
4 LABEL_0: | правительство российской федерации постановление от 19 мая 2025 г. №
5 LABEL_5: 682
6 LABEL_3: 19.05.2025
7 LABEL_0: москва о внесении изменения в постановление правительства российской федерации от 30 июня 2014 г. № 602
8 LABEL_1: правительство
9 LABEL_2: российской федерации
10 LABEL_0: постановляет : в пункте 3 положения об особенностях предоставления технических условий подключения ( техн-
11
12 === Текст ===
13 [ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
14 ПОСТАНОВЛЕНИЕ
15 от 19 мая 2025 г. № 682
16 МОСКВА
17 О внесении изменения в постановление Правительства
18 Российской Федерации от 30 июня 2014 г. № 602
19
20 Правительство Российской Федерации постановляет:
21
22 В пункте 3 Положения об особенностях предоставления технических
23 условий подключения (технологического присоединения)
24 энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии
25 к объектам электросетевого хозяйства и объектов капитального
26 строительства к сетям тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения
27 на территории инновационного центра "Сколково", а также
28 06 особенностях определения платы за технологическое присоединение
29 энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии
30 к объектам электросетевого хозяйства, утвержденного постановлением
31 Правительства Российской Федерации от 30 июня 2014 г. № 602 | "Об особенностях предоставления технических условий подключения
32 (технологического присоединения) энергопринимающих устройств
33
34 " потребителей электрической энергии к объектам электросетевого
35 хозяйства и объектов капитального строительства к сетям тепло-, газо-,
36 водоснабжения и водоотведения, а также определения платы
37 за подключение (технологическое присоединение) указанных устройств
38 и объектов на территории инновационного центра "Сколково" (Собрание
39 законодательства Российской Федерации, 2014, № 27, ст. 3783; 2016, № 5,
40 ст. 703), слова ", утверждаемом управляющей компанией," исключить.
41

```

**Рис. 8. Результат распознавания и классификации документа**  
**Fig. 8. Result of document recognition and classification**

повышают точность обработки сложных формул в научных текстах.

В статье [13] описано применение методов машинного обучения для классификации переведённых и оригинальных корпоративных годовых отчётов. Резуль-

таты показывают высокую эффективность модели при выявлении языковых и стилистических различий.

В [14] проведен масштабный обзор научных публикаций, посвящённых внутренним корпоративным документам.



## ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 19.05.2025 г. № 682

МОСКВА

#### О внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2014 г. № 602

Правительство Российской Федерации постановляет:

В пункте 3 Положения об особенностях предоставления технических условий подключения (технологического присоединения) энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии к объектам электросетевого хозяйства и объектов капитального строительства к сетям тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения на территории инновационного центра "Сколково", а также 06 особенностях определения платы за технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии к объектам электросетевого хозяйства, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июня 2014 г. № 602 | "Об особенностях предоставления технических условий подключения (технологического присоединения) энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии к объектам электросетевого хозяйства и объектов капитального строительства к сетям тепло-, газо-, водоснабжения и водоотведения, а также определения платы за подключение (технологическое присоединение) указанных устройств и объектов на территории инновационного центра "Сколково" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2014, № 27, ст. 3783; 2016, № 5, ст. 703), слова ", утверждаемом управляющей компанией," исключить.

*Рис. 9. Результат заполнения шаблона*

*Fig. 9. Result of filling out the template*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена и реализована система автоматической конвертации нередактируемых документов в редактируемые форматы с использованием современных методов искусственного интеллекта. Архитектура решения включает гибридный модуль извлечения текста из PDF-документов, классификатор типов

актов на основе линейного SVM и модуль извлечения сущностей, основанный на дообученной трансформерной модели ruBERT. Клиентская часть обеспечивает интуитивный веб-интерфейс с визуализацией извлечённой информации и поддержкой выбора шаблонов. Результаты экспериментов подтверждают высокую точность классификации и извлечения

реквизитов, включая документы со слабоконтрастным или зашумлённым текстом. Разработанное решение масштабируемо, легко интегрируется в сущес-

твующие бизнес-процессы и снижает вероятность ошибок, ускоряя обработку нормативных и корпоративных документов.

## **ВКЛАД АВТОРОВ**

И.В. Перлов — сбор данных, концептуализация, анализ информации, подготовка текста.

С.А. Селиванов — анализ информации, концептуализация.

А.В. Синицын — концептуализация, сбор и анализ информации.

Ш.М. Шахгусейнов — сбор данных, концептуализация, анализ информации, подготовка текста.

## **CONTRIBUTION OF THE AUTHORS**

Ivan V. Perlov — data collection, conceptualization, text preparation.

Sergey A. Selivanov — information analysis, conceptualization.

Alexander V. Sinitsyn — conceptualization, information collection and analysis.

Shamhal M. Shakhguseynov — data collection, conceptualization, text preparation.

## **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare no conflict of interests.

## **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES**

1. Su J., Ahmed M., Lu Yu., Pan Sh., Bo W., Liu Yu. RoFormer: Enhanced transformer with Rotary Position Embedding. *Neurocomputing*. 2024;568:127063. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2023.127063>
2. Romero-Fresco P. Subtitling through Speech Recognition: Respeaking. Manchester: St. Jerome, 2011. 261 p. ISBN 9781905763283.
3. Park J., Lee E., Kim Y., Kang I., Koo H.I., Cho N.I. Multi-Lingual Optical Character Recognition System Using the Reinforcement Learning of Character Segmente. *IEEE Access*. 2020;8:174437-174448. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3025769>
4. Memon J., Sami M., Khan R.A. Handwritten Optical Character Recognition (OCR): Comprehensive Systematic Literature Review (SLR). *IEEE Access*. 2020;8:142642-142668. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3012542>
5. Hossain A., Ali M. Recognition of Handwritten Digit using Convolutional Neural Network (CNN). *Global Journal of Computer Science and Technology*. 2019;19(2):27-33. <https://doi.org/10.34257/GJCSTDVOL19IS2PG27>
6. Wani N., Mangire G., Kumar A., Solse N., Gaikwad P.S. Legal Document Classification using TF-IDF and KNN. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*. 2022;2(1):590-595. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-7522>

7. Nasu Iu., Lanin V.V. Development of Legal Document Classification System Based on Support Vector Machine. *Trudy ISP RAN / Proc. ISP RAS.* 2023;35(2):49-56. [https://doi.org/10.15514/ISPRAS2023-35\(2\)-4](https://doi.org/10.15514/ISPRAS2023-35(2)-4)
8. Yulianti E., Bhary N., Abdurrohman J., Dwitilas F.W., Nuranti E.Q., Husin H.S. Named entity recognition on Indonesian legal documents: a dataset and study using transformer-based models. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE).* 2024;14(5):5489-5501. <https://doi.org/10.11591/ijece.v14i5.pp5489-5501>
9. Leitner E., Rehm G., Moreno-Schneider J. Fine-Grained Named Entity Recognition in Legal Documents. *Lecture Notes in Computer Science.* 2019;11702:272-287. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33220-4\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33220-4_20)
10. Wadud M.A.H., Mridha M.F., Shin J., Nur K., Saha A.K. Deep-BERT: Transfer Learning for Classifying Multilingual Offensive Texts on Social Media. *Comput Syst Sci Eng.* 2023;44(2):1775-1791. <https://doi.org/10.32604/csse.2023.027841>
11. Kalyan K.S., Rajasekharan A., Sangeetha S. AMMU: A survey of transformer-based biomedical pretrained language models. *Journal of Biomedical Informatics.* 2022 Feb;126:103982. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103982>
12. Al-Askary Y.B., Al-Momen S. Enhanced OCR Techniques for Recognizing Mathematical Expressions in Scanned Documents. *Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Sciences.* 2025;38(4):295–306. <https://doi.org/10.30526/38.4.3640>
13. Wang Z., Liu M., Liu K. Utilizing Machine Learning Techniques for Classifying Translated and Non-Translated Corporate Annual Reports. *Applied Artificial Intelligence.* 2024;38(1):e2340393. <https://doi.org/10.1080/08839514.2024.2340393>
14. Dong M., Gagnon M-A. Unveiling chemical industry secrets: Insights gleaned from scientific literatures that examine internal chemical corporate documents—A scoping review. *PLoS ONE.* 2025;20(1):e0310116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310116>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Иван Владимирович Перлов**, РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1436-9621>; e-mail: perlovivan@yandex.ru

**Сергей Александрович Селиванов**, канд. техн. наук, доцент, РТУ МИРЭА Институт информационных технологий, Москва, Российская Федерация;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-9025>; e-mail: selivanov@inevm.ru

**Александр Владимирович Синицын**, канд. физ.-мат. наук, РТУ МИРЭА Институт информационных технологий, Москва, Российская Федерация;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

**Шамхал Мехти оглы Шахгусейнов**, РТУ МИРЭА, Москва, Российская Федерация;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0805-0742>; e-mail: boss.shamhal@mail.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ivan V. Perlov**, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1436-9621>; e-mail: perlovivan@yandex.ru

**Sergey A. Selivanov**, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, RTU MIREA Institute of Information Technology, Moscow, Russian Federation;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-9025>; e-mail: selivanov@inevm.ru

**Alexander V. Sinitsyn**, PhD of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, RTU MIREA Institute of Information Technology, Moscow, Russian Federation;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7392-1837>; e-mail: a@sinitsyn.info

**Shamhal M. Shakhguseynov**, RTU MIREA, Moscow, Russian Federation;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0805-0742>; e-mail: boss.shamhal@mail.ru

**Поступила / Received** 30.05.2025

**Принята / Accepted** 27.06.2925

## Наукометрия и библиометрия / Scientometrics and bibliometrics

Оригинальная статья / Original article

УДК [303.6+303.7]:001.8

<https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.08>

# Анализ возможностей агрегатора метаданных публикаций Scilit для выявления актуальных задач в вопросах использования цифровизации для ускорения достижения Целей устойчивого развития 7 и 9

Б.Н. Чигарев 

Институт проблем нефти и газа РАН

ул. Губкина, дом 3, 119333, г. Москва, Российская Федерация

 bchigarev@ipng.ru

**Аннотация.** Актуальность работы обусловлена важностью использования цифровых технологий для достижения целей ООН и отсутствием публикаций, использующих данные платформы Scilit, отфильтрованные для этой темы. **Цель.** Показать возможность использования Scilit, агрегатора метаданных научных публикаций в открытом доступе, для выявления актуальных проблем в использовании цифровых технологий для ускорения достижения Целей устойчивого развития. **Результаты.** Исследование показало, что актуальными задачами для достижения целей являются: интеграция различных источников энергии и накопителей, управление спросом, решения в области безопасности, внедрение цифрового двойника, промышленная мобильная связь 5G, пограничные и облачные вычисления, групповая робототехника, двунаправленные DC-DC преобразователи, а также применение финтех и блокчейна для финансирования МСП. **Выводы.** Использование данных Scilit позволяет выявить актуальные исследовательские задачи в рамках рассматриваемой темы, однако из-за широкого спектра обозначенных проблем рекомендуется продолжить работу по сужению рассматриваемой темы до инженерных задач.

**Ключевые слова:** ЦУР 7, ЦУР 9, Scilit, цифровизация, библиометрический анализ, кластеризация ключевых слов

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках государственного задания ИПНГ РАН (тема № 125021302095–2).

**Для цитирования:** Чигарев Б.Н. Анализ возможностей агрегатора метаданных публикаций Scilit для выявления актуальных задач в вопросах использования цифровизации для ускорения достижения Целей устойчивого развития 7 и 9. *Информация и инновации.* 2025;20(2):58-75. <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.08>

# Analysis of the Scilit publication metadata aggregator to identify current challenges in using digitalization to accelerate the achievement of Sustainable Development Goals 7 and 9

Boris N. Chigarev 

Institute of Oil and Gas Problems Russian Academy of Sciences

3, Gubkina str., 119333 Moscow, Russian Federation

 bchigarev@ipng.ru

**Abstract.** The relevance of the work stems from the importance of using digital technologies to achieve UN goals and the lack of publications using Scilit platform data filtered for this topic. The aim of the article is to show the possibility of using Scilit, an aggregator of open access metadata of scientific publications, to identify current challenges in the use of digital technologies to accelerate the achievement of the Sustainable Development Goals. Results. The study found that the relevant challenges to achieve the objectives are: integration of different energy and storage sources, demand side management, security solutions, digital twin implementation, 5G industrial mobile communications, edge and cloud computing, group robotics, bi-directional DC-DC converters, and application of fintech and blockchain to finance SMEs. Conclusions. The use of the Scilit data allows the identification of relevant research challenges within the topic under consideration, however, due to the wide range of issues highlighted, further work is recommended to narrow the topic under consideration to engineering challenges.

**Keywords:** SDG 7, SDG 9, Scilit, digitalization, bibliometric analysis, keywords clustering

**Funding.** The work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (State Assignment No. 125021302095–2).

**For citation:** Chigarev B.N. Analysis of the Scilit publication metadata aggregator to identify current challenges in using digitalization to accelerate the achievement of Sustainable Development Goals 7 and 9. *Information and Innovations*. 2025;20(2):58-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.31432/1994-2443.2025.08>

## ВВЕДЕНИЕ

Scilit, агрегатор метаданных научных публикаций, предоставляет не только поисковую систему по 164 миллионам библиометрических записей, но и возможность использования тематических фильтров, включая фильтрацию по Целям устойчивого развития (ЦУР).

Следует отметить, что категоризация публикаций по ЦУР в разных реферативных базах данных неодинакова. Автору данной статьи не удалось найти библиометрических исследований, использующих фильтрацию по ЦУР платформы Scilit, для WoS и Scopus такие публикации имеются.

Важность достижения ЦУР, поставленных ООН, и исследований в области цифровых технологий для ускорения их достижения, отсутствие публикаций с использованием платформы Scilit и тематических фильтров по ЦУР ООН в библиометрических исследованиях определили новизну и актуальность данной работы.

Цель работы — показать возможность использования Scilit — агрегатора метаданных научных публикаций открытого доступа, разработанного компанией MDPI AG, для выявления актуальных задач по теме: «Научные исследования в области цифровых технологий для ускорения достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) 7 и 9».

ЦУР 7 — Доступная и чистая энергетика.

ЦУР 9 — Промышленность, инновации и инфраструктура.

## КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Роль цифровых технологий в достижении ЦУР широко изучалась с помощью систематических обзоров литературы, библиометрического анализа и контент-анализа. Цифровые технологии играют

важнейшую роль в достижении ЦУР в области образования, управления энергопотреблением, умных городов, устойчивой цепочки поставок, экономики замкнутого цикла, цифрового здравоохранения, Индустрии 4.0<sup>1</sup> [1].

С помощью библиометрического анализа и систематического обзора литературы было изучено влияние цифровой экономики и экономики совместного использования на достижение ЦУР [2].

ЦУР ООН 8 и 9 обсуждаются в рамках сервисных проектов по обеспечению занятости и достойной работы для всех. Чтобы улучшить сферу обслуживания, преподаватели и специалисты должны проводить исследования и поощрять низовые организации к внедрению цифровых технологий обслуживания клиентов и решению проблемы нехватки "мягких" навыков среди сотрудников [3].

Цель работы [4] заключалась в исследовании возможностей цифровизации и новых технологий для создания устойчивых бизнес-моделей в соответствии с ЦУР. Методология работы основана на систематическом обзоре литературы с последующим библиометрическим анализом. Рассмотрен потенциал цифровизации и новых технологий для устойчивого и инновационного развития судоходства и морских портов, которые могут достичь экологических, экономических и социальных целей за счет цифровизации операционных процессов в области взаимодействия судов и портов.

Авторы статьи [5] исследовали растущее использование технологий блокчейна, IoT, искусственного интеллекта и ав-

<sup>1</sup> Shah J. K. et al. Impact of Digital Technologies to Attain Sustainable Development Goals. 4th International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM). London, United Kingdom: IEEE. 2023; P. 1–6.

тономных роботов в различных секторах, таких как здравоохранение, умные города, сельское хозяйство, борьба с бедностью и неравенством, а также реализация задач, связанных со всеми 17-ю ЦУР.

Взаимосвязь между цифровой трансформацией и «зеленой» экономикой в контексте ЦУР стала предметом многочисленных исследований. Данные, представленные в материалах<sup>2</sup>, свидетельствуют о том, что цифровизация выступает в качестве катализатора устойчивого развития, что в конечном итоге способствует продвижению "зеленых" брендов.

Исследование [6] направлено на изучение проблем создания устойчивой инфраструктуры, промышленности и инноваций в плане достижения ЦУР 9. Исследование представляет собой обзорную статью, в которой рассматривается текущее состояние знаний в этой области и определяются направления будущих исследований.

Приведенный краткий обзор литературы свидетельствует о многогранном характере и актуальности вопросов цифровизации в контексте достижения ЦУР ООН.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данной статье использовались библиометрические записи платформы Scilit, соответствующие запросу: Common Fields [Title, Abstract, Keyword]: digitalization и фильтрам: годы публикаций 2020–2023; Цели ООН 7 и 9; тип публикации статья; язык английский. Данные актуальны на 25.02.2024.

При этом получили распределение публикаций по областям исследований, представленное в таблице 1.

<sup>2</sup> Us Y. et al. Mapping the nexus between digital transformation and the green brand in the context of achieving SDGs. E3S Web Conf. 2023;456:02003.

**Таблица 1.** Пятнадцать областей исследования с наибольшим числом публикаций

**Table 1.** Fifteen research areas with the largest number of publications

Subject	Publications
Information and Library Science	1648
Industrial Engineering	1238
Cybernetical Science	586
Computer Science	478
Hardware and Architecture	217
Manufacturing Engineering	172
Energy and Fuel Technology	164
Medical Informatics	155
Agricultural Engineering	117
Environmental Engineering	104
Thermodynamics	104
Telecommunications	103
Information Systems	96
Transportation Science and Technology	85
Civil Engineering	70

В работе анализировалась тематика публикаций первых двух областей исследований, основанная на кластеризации ключевых слов.

Кластеризация проводилась с использованием программы VOSviewer [7]. Предварительно ключевые слова подвергались лемматизации для исключения разного написания одинаковых по смыслу терминов, например, термины во множественном числе переводились в единственное. Использовался словарный лемматизатор, который с одной стороны сохраняет читаемость терминов, с дру-

гой — некоторые новые термины могут не быть включены в словарь и оставаться в исходном написании.

Экспортированные из Scilit библиометрические записи в формате xlsx переводились в CSV, а для выборки и сравнения данных использовался SQL.

Пузырьковые диаграммы строились с использованием бесплатной программы Scimago Graphica [8].

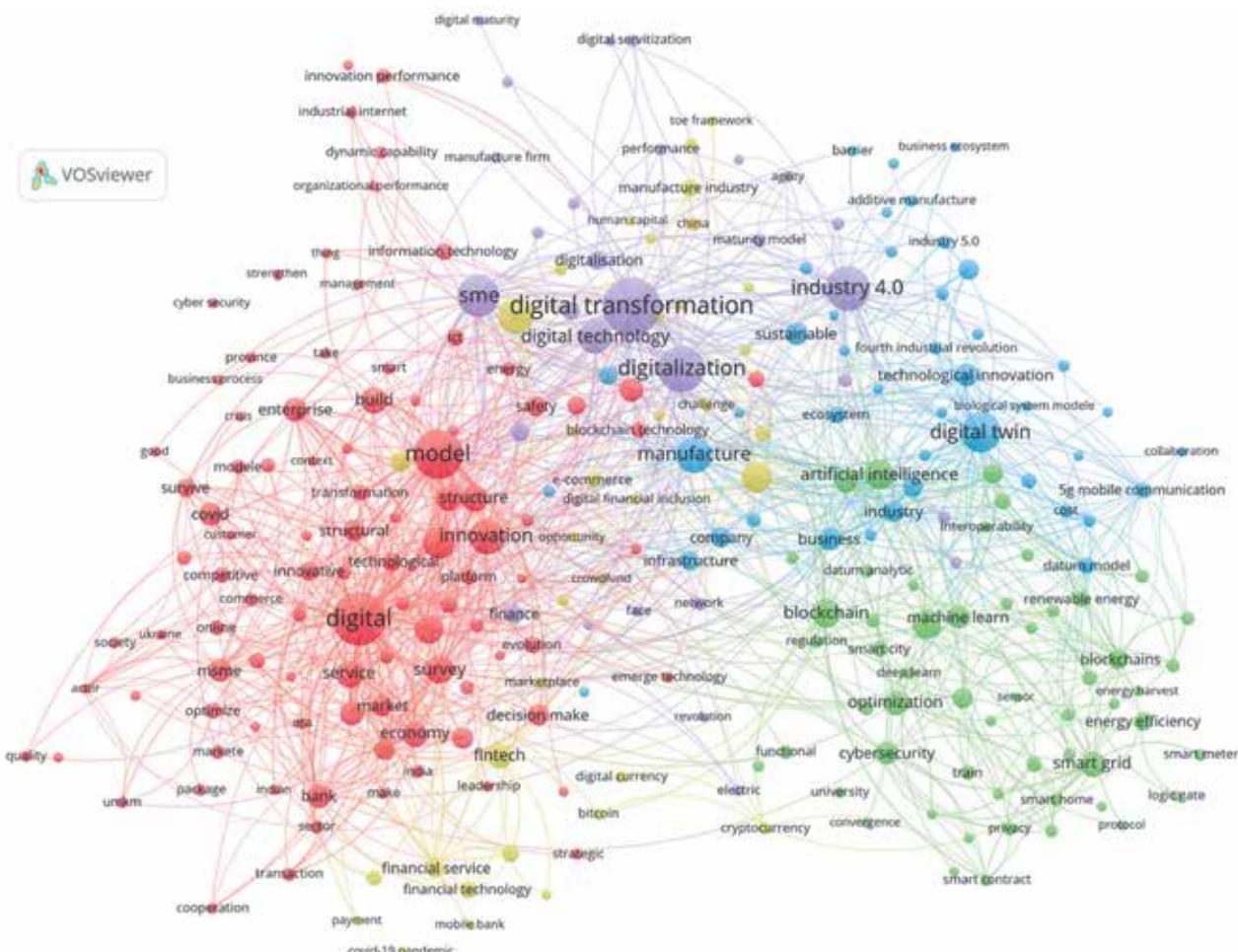
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пересечение тем публикаций по дисциплинам «Информационные и библиотечные науки» (1648 статей) и «Промышленная инженерия» (1238 статей) оценивалось по общности DOI статей, относящихся к этим разделам (INNER JOIN), их оказалось всего 105. Таким образом, селективность фильтра Subject оказалась высокой.

«Информационные и библиотечные науки» (1238 статей) оценивалось по общности DOI статей, относящихся к этим разделам (INNER JOIN), их оказалось всего 105. Таким образом, селективность фильтра Subject оказалась высокой.

## Информационные и библиотечные науки

На рис. 1 представлены результаты кластеризации ключевых слов публикаций, относящихся к дисциплине «Информационные и библиотечные науки» (Information and Library Science), полученные с использованием программы VOSviewer.



**Рис. 1.** Пять кластеров совместной встречаемости ключевых слов публикаций по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 1.** Five clusters of co-occurrence of keywords in publications on the topic "Information and library sciences"

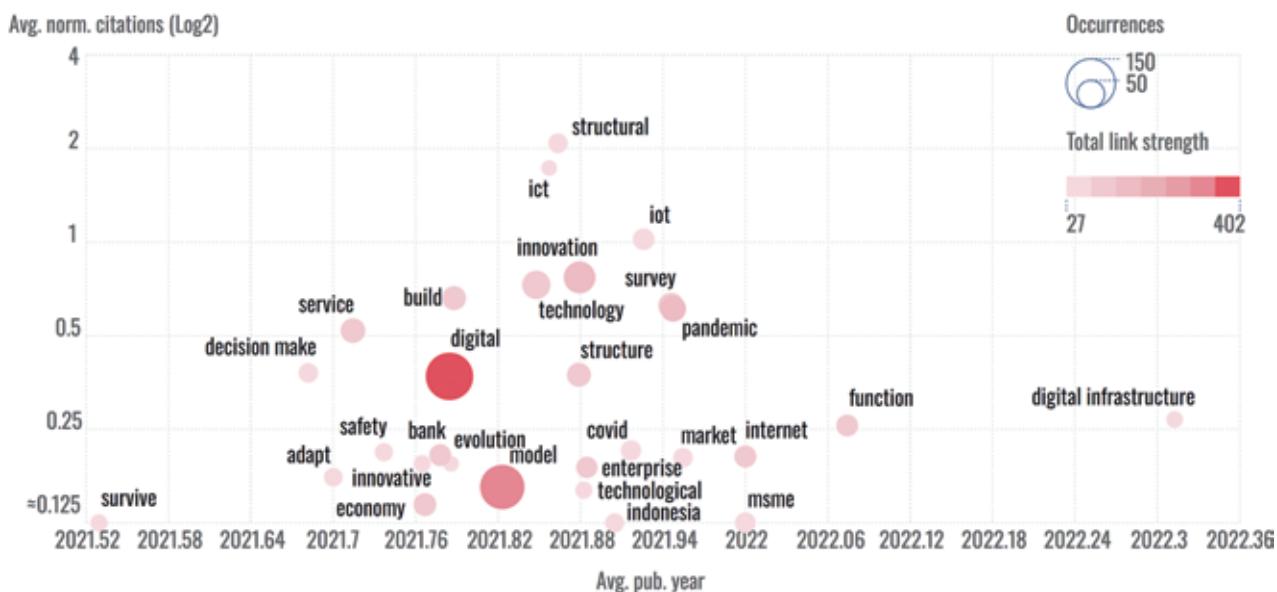
Основные параметры: общее количество уникальных ключевых слов в использованной выборке — 5033; 283 ключевых слов встречаются 5 и более раз; минимальное число ключевых слов в кластере — 30.

Для более подробного анализа для каждого из 5 кластеров строились пузырьковые диаграммы 30 наиболее часто встречающихся ключевых слов в координатах: «Средняя нормализованная цитируемость (line OR log2)»—«Средний год публикации». Линейное (line) или логарифмическое (log2) представление ординаты выбиралось из соображения «читаемости» диаграммы (рис. 2–6).

Согласно руководству программы VOSviewer, Avg. norm. citations — это среднее нормализованное число цитирований, полученных документами, в которых встречается ключевое слово. Avg. pub. Year — средний год публикации документов, в которых встречается ключевое слово или термин.

К каждой диаграмме прилагается пример статьи, которая наглядно отражает тему данного кластера.

**Первый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 2) и пример статьи по тематике данного кластера.



**Рис. 2.** Тридцать ключевых слов первого кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 2.** Thirty most frequent keywords of the second cluster in publications on the topic "Information and library sciences"

Термины «цифровая инфраструктура», «интернет» «структурный», «ИКТ», «Интернета вещей», «инновации» — часто встречаются в более новых публикациях или высокотехнологичных документах.

Термины «цифровая» и «модель» наиболее часто встречаются среди ключевых слов

данного кластера и в наибольшей степени связаны с другими ключевыми словами.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику первого кластера.

Прогнозирование инноваций в бизнес-процессах ИКТ как цифровой трансформации с помощью методов машинного обучения [9].

В данном исследовании используются методы машинного обучения для прогнозирования эффективности инноваций в области бизнес-процессов ИКТ и определяются переменные, которые оказывают наибольшее влияние на прогнозирование эффективности. Основным результатом стало то, что модель случайного леса точно предсказала эффективность инноваций бизнес-процессов ИКТ. Среди четырех объясняющих переменных источники информации оказались наиболее важным фактором для прогнозирования эффективности инноваций. ИКТ-технологии развиваются быстрее

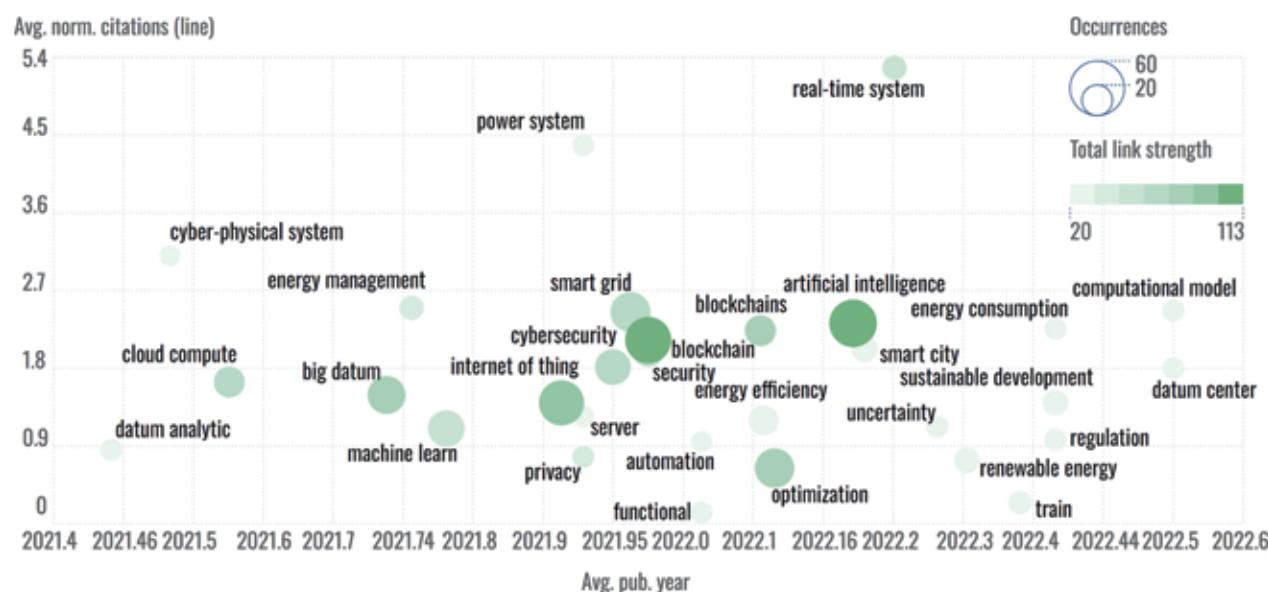
других технологий и ускоряют цифровую трансформацию.

**Второй кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 3) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: система реального времени, энергетическая система, киберфизическая система.

Термины новых публикаций: вычислительная модель, дата-центр, потребление энергии.

Наиболее часто встречаемые термины: искусственный интеллект, блокчейн, интернет вещей, интеллектуальная сеть.



**Рис. 3.** Тридцать ключевых слов второго кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 3.** Thirty most frequent keywords of the second cluster in publications on the topic "Information and library sciences"

**Пример статьи**, затрагивающий тематику второго кластера.

Современные методы искусственного интеллекта для распределительных интеллектуальных сетей: обзор [10].

Энергетические системы по всему миру претерпевают революционные изменения в связи с интеграцией различ-

ных распределительных компонентов. В данной статье представлен полный обзор современных методов искусственного интеллекта для поддержки различных приложений в распределительных интеллектуальных сетях. В частности, рассматривается, как методы искусственного интеллекта применяются для поддержки

интеграции возобновляемых источников энергии, интеграции накопителей энергии, реагирования на спрос, управления энергосистемами и домашним энергоснабжением, а также обеспечения безопасности.

**Третий кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 4) и пример статьи по тематике данного кластера.

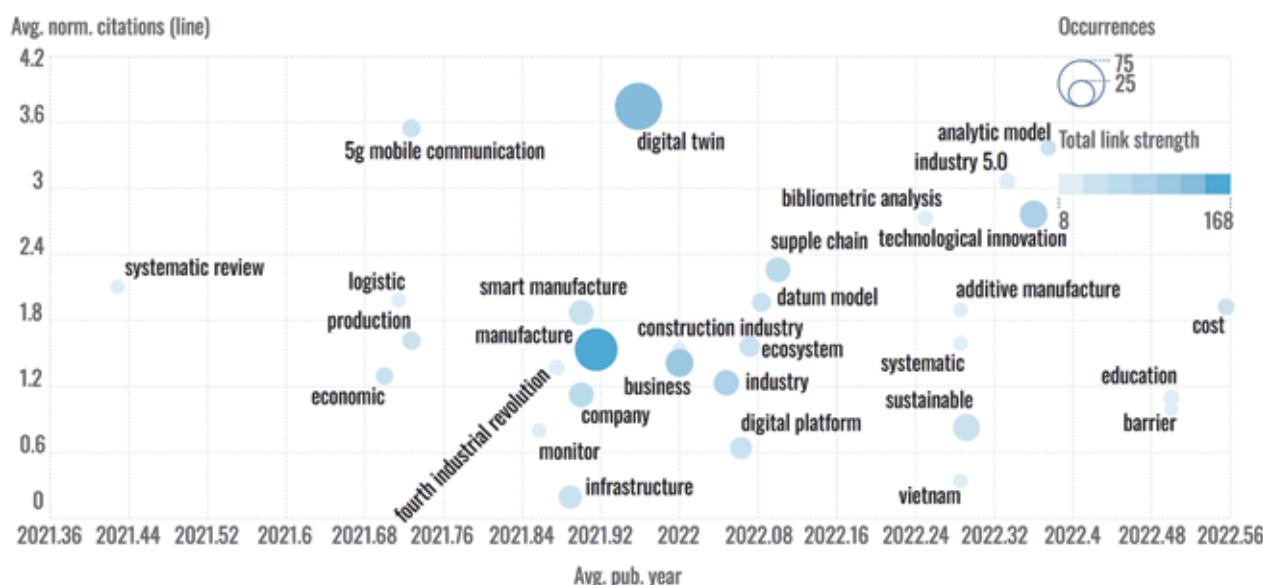
Наиболее цитируемые термины: цифровой двойник, мобильная связь 5g, аналитическая модель.

Термины новых публикаций: стоимость, образование, барьер.

Наиболее часто встречающиеся термины: цифровой двойник, производство, технологическая инновация.

В данном кластере особый интерес представляет термин «цифровой двойник», который не только часто используется, но и высоко цитируется.

Термины: библиометрический анализ и систематический обзор отражают принадлежность кластера вопросам библиотечного дела и информатики.



**Рис. 4.** Тридцать ключевых слов третьего кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 4.** Thirty most frequent keywords in third cluster in publications on the topic "Information and library sciences"

**Пример статьи**, затрагивающий тематику третьего кластера.

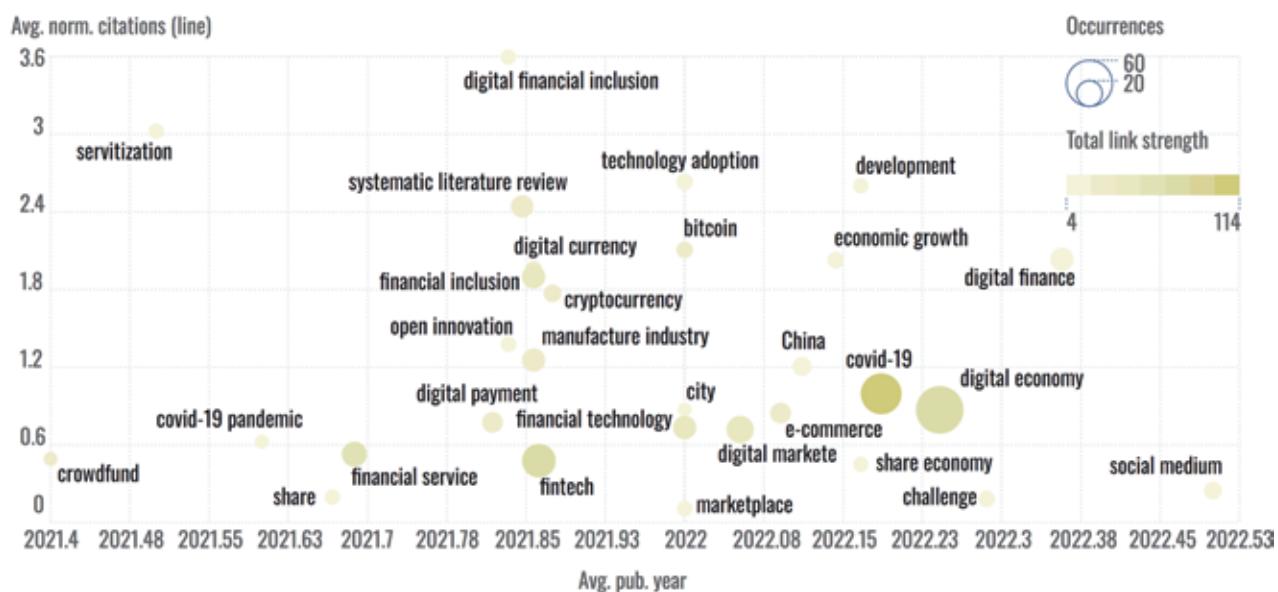
Улучшение ИИ с функцией цифрового двойника в интеллектуальных критически важных инфраструктурах для 5G [11].

В данной работе авторы предлагают краевой ИИ с функцией цифрового двойника (DTE2AI), использующий стратегию высокой точности с учетом энергопотребления (EAHAS), которая направлена на оптимизацию точности задач обучения ИИ

в условиях ограничения времени обучения и потребления энергии. По результатам проведенных экспериментов средняя точность обучения была повышена на 12%.

**Четвертый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 5) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: цифровая финансовая доступность, обслуживание, внедрение технологий.



**Рис. 5.** Тридцать ключевых слов четвертого кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 5.** Thirty most frequent keywords in fourth cluster in publications on the topic "Information and library sciences"

Термины новых публикаций: социальная среда, цифровые финансы, вызов.

Наиболее часто встречающиеся термины: цифровая экономика, ковид-19, финтех.

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать цифровую экономику и цифровые финансы.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику четвертого кластера.

Цифровизация и неформальные микро, малые и средние предприятия (ММСП): цифровая финансовая доступность для развития ММСП в формальной экономике [12].

В данном исследовании оценивается прогресс в области цифрового финансирования ММСП в Индонезии и даются рекомендации по выработке рекомендаций для нормативных актов для повышения эффективности бизнеса путем содействия цифровой финансовой доступности. Результаты показывают, что развитие финтех в Индонезии делает ММСП движущей

силой цифровой экономики, позволяя им преодолеть дефицит финансирования в неформальном секторе.

**Пятый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 6) и пример статьи по тематике данного кластера

Наиболее цитируемые термины: цифровая экосистема, умная фабрика, цифровая цепочка поставок.

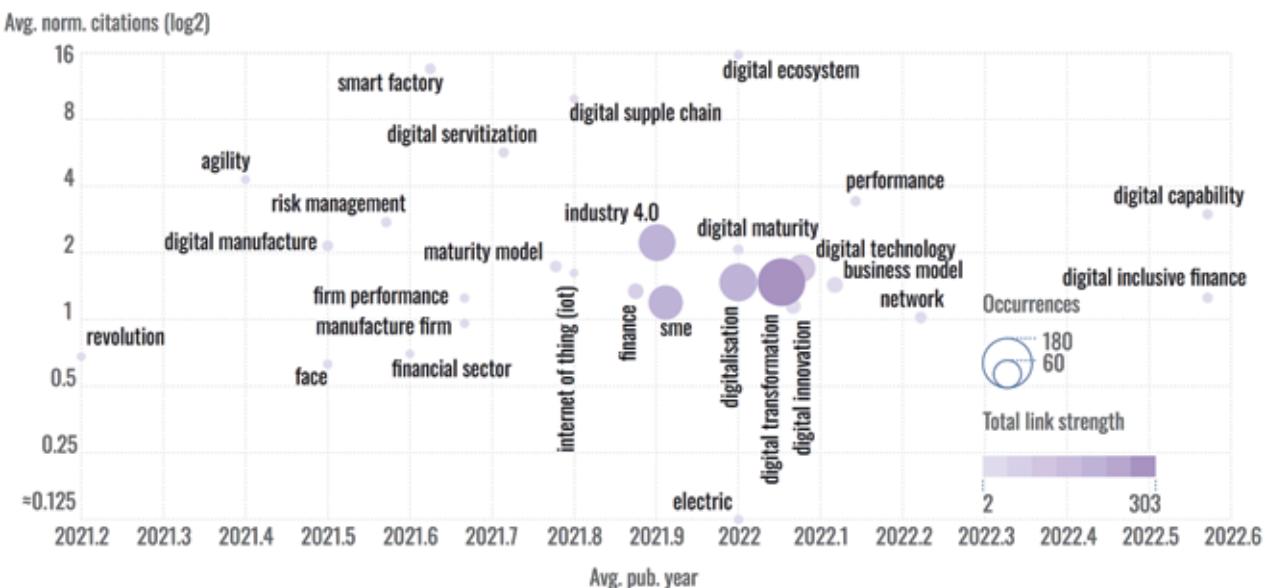
Термины новых публикаций: цифровые возможности, цифровое инклюзивное финансирование, сеть.

Наиболее часто встречающиеся термины: цифровая трансформация, цифровизация, Индустрия 4.0.

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать цифровую экосистему, цифровую трансформацию и цифровизацию.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику пятого кластера.

Десять лет Индустрии 4.0 [13].



**Рис. 6.** Тридцать ключевых слов пятого кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Информационные и библиотечные науки»

**Fig. 6.** Thirty most frequent keywords of the fifth cluster in publications on the topic "Information and library sciences"

Десять лет спустя Индустрия 4.0 стала доминирующей парадигмой цифровой трансформации промышленности. Сегодня в немецкой промышленности Интернет вещей и киберфизические производственные системы стали реальностью на вновь построенных заводах, а возможности подключения оборудования на существующих предприятиях значительно возросли. Для создания цифровых инновационных экосистем необходимо использовать такие тенденции, как промышленный ИИ, краевые и облачные вычисления, 5G на заводе, групповая робототехника, автономные системы интранетологии и надежные инфраструктуры передачи данных.

### Промышленная инженерия

На рис. 7 представлены результаты кластеризации ключевых слов публикаций, относящихся к дисциплине «Промышленная инженерия» (Industrial Engineering), полученные с использованием программы VOSviewer.

Основные параметры: общее количество уникальных ключевых слов в использованной выборке — 4000; 232 ключевых слова встречаются 5 и более раз; минимальное число ключевых слов в кластере — 30.

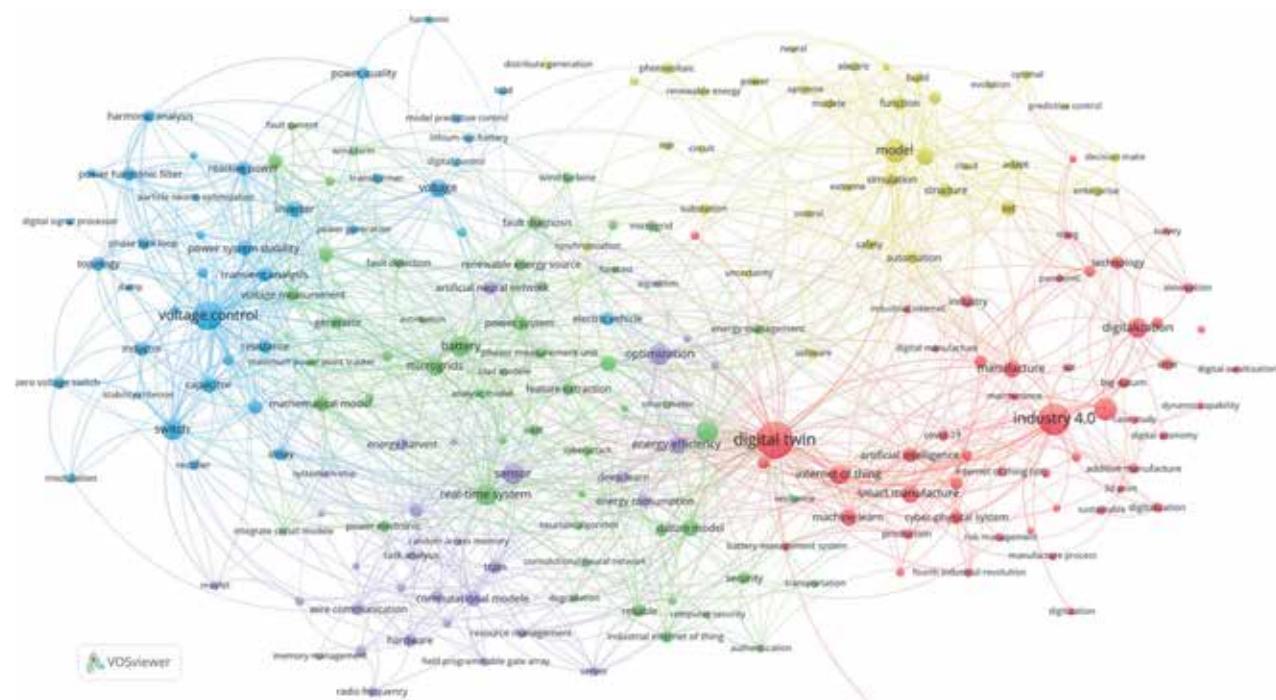
Для более подробного анализа для каждого из 5 кластеров строились пузырьковые диаграммы 30 наиболее часто встречающихся ключевых слов (рис. 8–12).

**Первый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 8) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: интернет вещей (iot), блокчейн, производственная индустрия.

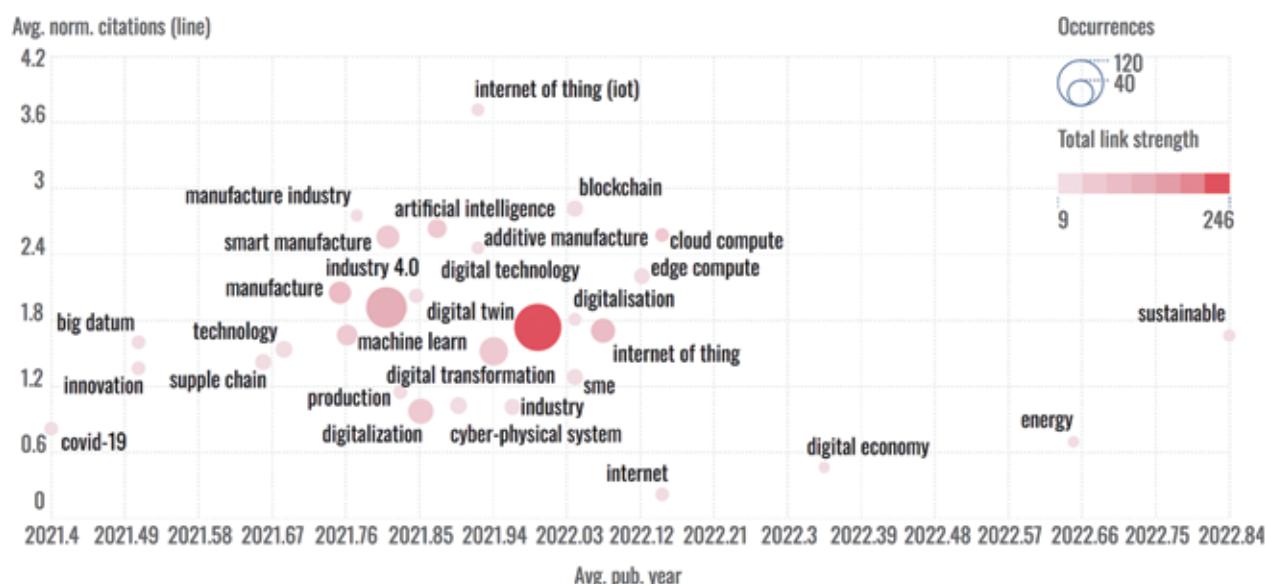
Термины новых публикаций: устойчивое развитие, энергетика, цифровая экономика.

Наиболее часто встречающиеся термины: цифровой двойник, Индустрия 4.0, цифровая трансформация.



**Рис. 7.** Пять кластеров совместной встречаемости ключевых слов публикаций по теме «Промышленная инженерия»

**Fig. 7.** Five clusters of common occurrence of keywords in publications on the topic "Industrial Engineering"



**Рис. 8.** Тридцать ключевых слов первого кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Промышленная инженерия»

**Fig. 8.** Thirty keywords of the first cluster with the highest frequency in publications on the topic "Industrial Engineering"

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать: цифровой двойник, Индустрия 4.0, цифровая трансформация, интернет вещей, цифровая экономика.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику первого кластера.

Устойчивая основанная на блокчейне архитектура управления цифровым двойником для устройств Интернета вещей [14].

Цель данной работы — оптимизировать метрики надежности данных и задержки раскрытия информации, гарантируя при этом устойчивость энергопотребления и устойчивость передачи информации. Также предлагается архитектура управления цифровыми двойниками на основе блокчейна, которая не зависит от обмена данными с одним централизованным сервером. Авторы предлагают надежный подход к сбору и управлению данными для создания цифровых двойников, при котором паке-

ты данных загружаются большим числом IoT-устройств в брокеры данных.

**Второй кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 9) и пример статьи по тематике данного кластера

Наиболее цитируемые термины: безопасность, энергосистема, хранение энергии.

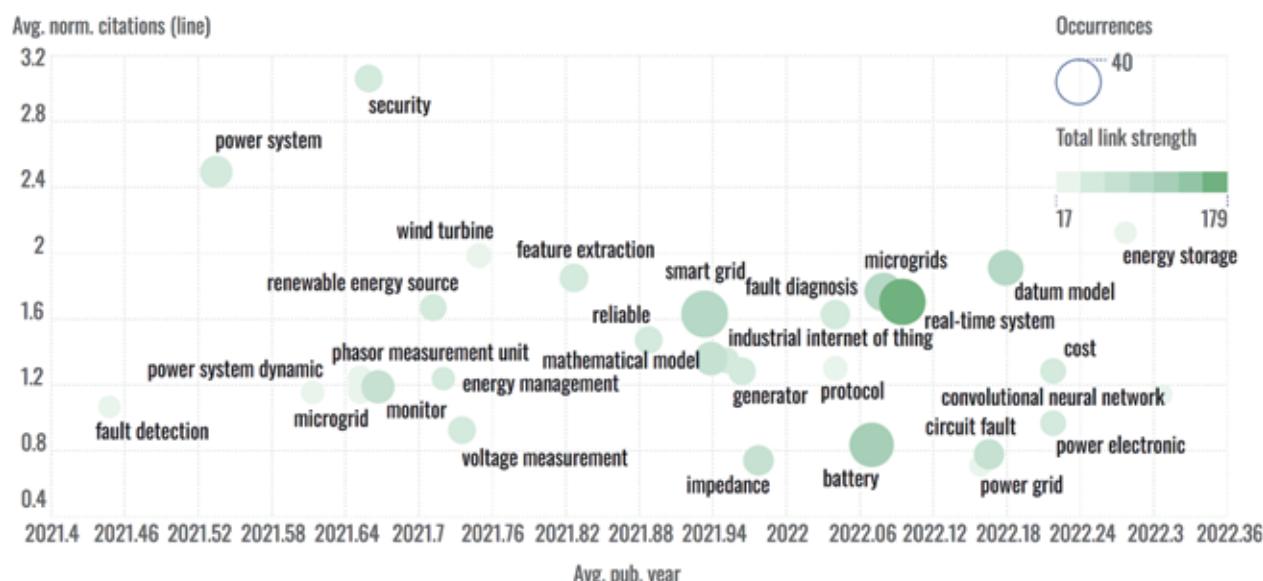
Термины новых публикаций: сверточная нейронная сеть, хранение энергии, стоимость.

Наиболее часто встречаемые термины: интеллектуальная сеть, система реального времени, батарея.

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать: интеллектуальная сеть, система реального времени, сверточная нейронная сеть.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику второго кластера.

Подходы к снижению последствий КФС-атак на силовые электронные систе-



**Рис. 9.** Тридцать ключевых слов второго кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Промышленная инженерия»

**Fig. 9.** Thirty most frequent keywords of the second cluster frequency in publications on the topic "Industrial Engineering"

мы Умных сетей с проблемами безопасности: обзор [15].

Киберфизические системы (КФС) силовой электроники в интеллектуальных сетях требуют особого внимания к безопасности. В данной статье представлен обзор вопросов безопасности устройств силовой электроники в распределительных интеллектуальных сетях с точки зрения кибер-физических угроз, а также выделены основные модели атак КФС, оказывающие значительное влияние на работу компонентов силовой электроники и решения для их защиты. Кроме того, рассматривается оценка подходов к снижению

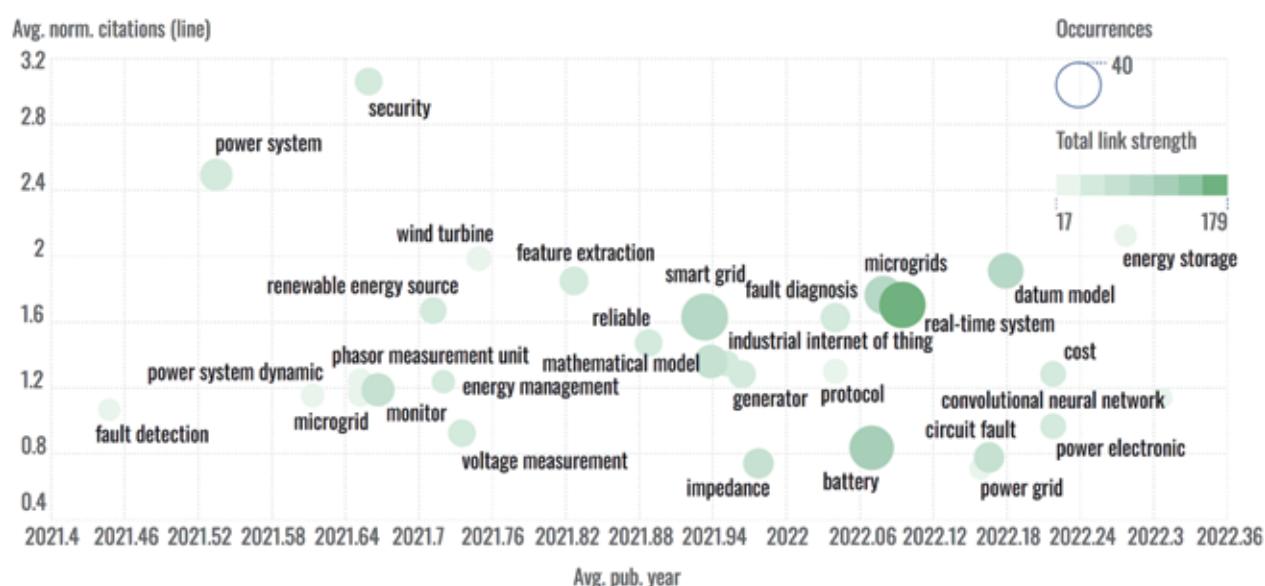
угроз атак КФС и их коллизий в приложениях интеллектуальных сетей.

**Третий кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 10) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: DC-DC преобразователь мощности, производство электроэнергии, электромобиль.

Термины новых публикаций: DC-DC преобразователь мощности, трансформатор, анализ переходных процессов.

Наиболее часто встречаемые термины: контроль напряжения, переключатель, напряжение.



**Рис. 10.** Тридцать ключевых слов третьего кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Промышленная инженерия»

**Fig. 10.** Thirty most frequent keywords in third cluster in publications on the topic "Industrial Engineering"

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать: контроль напряжения, DC-DC преобразователь мощности, производство электроэнергии.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику третьего кластера.

Дискретное управление расширенным фазовым сдвигом для двунаправленного

преобразователя постоянного тока с быстрым динамическим откликом [16].

В данной статье предлагается схема дискретного управления с расширенным фазовым сдвигом (DEPS) для улучшения динамических характеристик двунаправленных преобразователей постоянного тока. Также представлен метод расчета

параметров, учитывающий влияние эквивалентного сопротивления преобразователя и устранение тока постоянного перекоса. Приведены теоретический анализ, итерационное моделирование на основе энергетического баланса и эффективность управления преобразователем.

**Четвертый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 11) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: программное обеспечение, распределительная сеть, автоматизация.

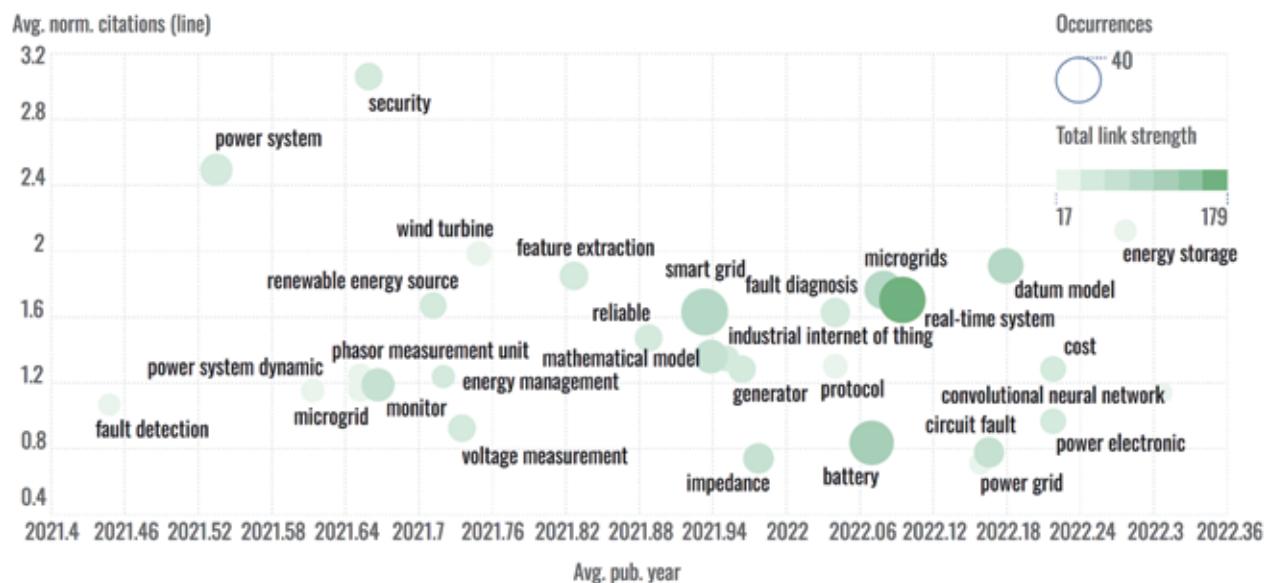
Термины новых публикаций: программное обеспечение, оптимизировать, электрический.

Наиболее часто встречающиеся термины: программное обеспечение, оптимизировать, электрический.

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать: программное обеспечение, распределительная сеть, оптимизировать.

**Пример статьи,** затрагивающей тематику четвертого кластера.

Вопросы разработки систем автоматизации и цифровизации электрораспределительных сетей [17].



распределительных сетях и автоматизированных системах, направленных на снижение потерь электроэнергии в них путем оптимизации условий их работы.

**Пятый кластер.** Приведены наиболее часто встречающиеся ключевые слова (рис. 12) и пример статьи по тематике данного кластера.

Наиболее цитируемые термины: потребление энергии, сервер, управление ресурсами.

Термины новых публикаций: общая информационная модель ("вычисление"),

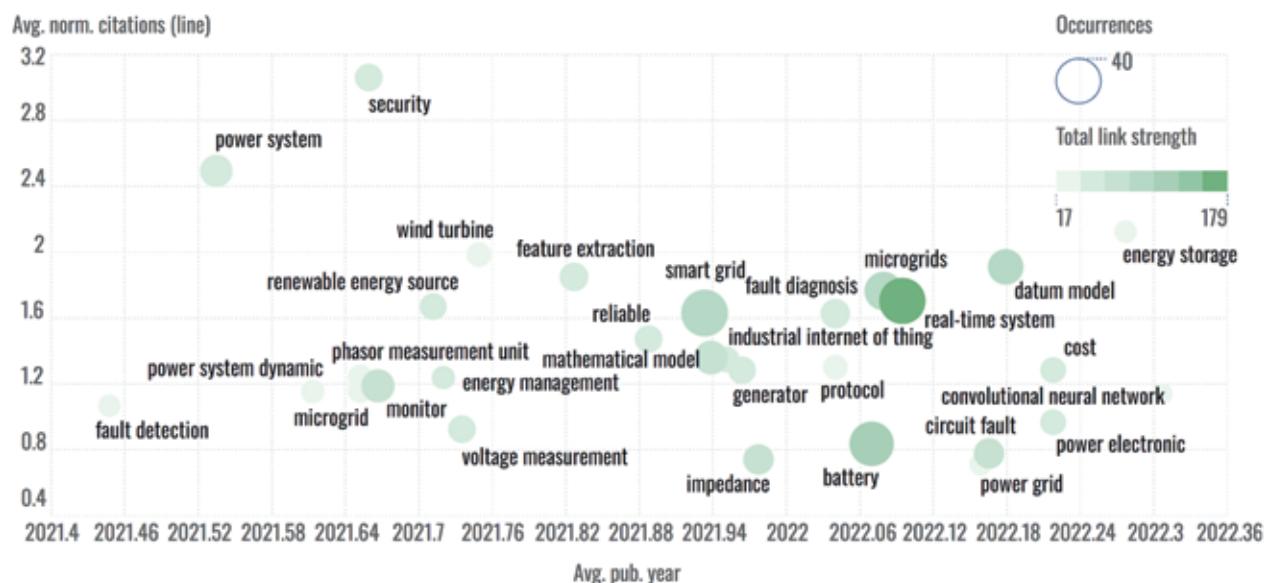
программируемая вентильная матрица, компьютерная архитектура.

Наиболее часто встречающиеся термины: оптимизация, датчик, энергоэффективность.

Терминами, объединяющими тематику данного кластера, можно назвать: оптимизация, общая информационная модель, управление ресурсами.

**Пример статьи**, затрагивающий тематику пятого кластера.

Оптимизация политики обслуживания в режиме реального времени в произ-



**Рис. 12.** Тридцать ключевых слов пятого кластера с наибольшей встречаемостью по теме «Промышленная инженерия»

**Fig. 12.** Thirty most frequent keywords of the fifth cluster in publications on the topic "Industrial Engineering"

водственных системах: подход, основанный на энергоэффективности и выбросах [18].

В рамках Четвертой промышленной революции применение технологий Интернета вещей может превратить обычные производственные системы в киберфизические. Целью данной работы является разработка и проверка новой модели политики технического обслужи-

вания в реальном времени и алгоритма оптимизации на основе моделирования цифрового двойника. Алгоритм оптимизации характеризуется стандартным эволюционным алгоритмом. Результаты показывают, что энергопотребление и выбросы парниковых газов в сценарии оптимизации политики технического обслуживания в режиме реального времени снизились на 21%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что Scilit можно использовать для определения актуальных задач по теме: "Научные исследования в области цифровых технологий для ускорения достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) 7 и 9".

Публикации, относящиеся к области исследования Информационные и библиотечные науки (Information and Library Science) раскрывают содержание следующих проблем, важных для реализации ЦУР 7 и 9.

Статьи, в которых часто используется термины "цифровая инфраструктура", "ИКТ", "Интернет вещей" и "инновации" показывают, как ИКТ-технологии ускоряют цифровую трансформацию.

Использование искусственного интеллекта в энергетических системах направлено на интеграцию возобновляемых источников энергии, хранение энергии, управление спросом, сетями и коммунальными службами, а также на решение проблем безопасности.

Цифровой двойник, как компонент мобильной связи 5G на производстве, может повышать эффективность использования искусственного интеллекта и решения проблем стоимости его внедрения и снижения энергопотребления.

Пример цифровой финансовой интеграции в неформальном секторе Индонезии показывает, что внедрение финтеха позволяет преодолеть дефицит финансирования для малого и среднего бизнеса.

Индустрия 4.0 стала доминирующей парадигмой цифровой трансформации промышленности с использованием гибких и облачных вычислений, 5G на заводе, групповой робототехники, автономных интраналогистических систем и надежных инфраструктур данных.

Публикации, относящиеся к области исследования Промышленная инженерия (Industrial Engineering) раскрывают содержание следующих проблем, важных для реализации ЦУР 7 и 9.

В данном разделе доминирует рассмотрение конкретных инженерных решений, таких как:

- создание стабильной архитектуры управления цифровыми двойниками IoT-устройств на основе блокчейна без использования единого централизованного сервера предназначенных для оптимизации надежности хранения данных, передачи информации и стабильности энергопотребления;

- обеспечение безопасности силовой электроники в интеллектуальных сетях с учетом киберфизических угроз, рассмотрение основных типов атак на силовые электронные компоненты и предложение решений по их защите, в том числе с использованием сверточных нейронных сетей;

- усовершенствование дискретных схем управления фазовым сдвигом для двунаправленных DC-DC-преобразователей, которое улучшает их динамические характеристики и обеспечивает быстрый динамический отклик;

- развитие автоматизации и цифровизации распределительных электрических сетей с использованием интеллектуальных технологий, направленное на минимизацию потерь электроэнергии;

- внедрение инновационных моделей политики технического обслуживания в режиме реального времени и алгоритмов оптимизации, ориентированных на энергоэффективность и сокращение выбросов в производственных системах.

В развитие темы необходимо провести отдельный анализ публикаций, связанных с цифровизацией и областями исследова-

ний, содержащими термин "инженерия" в своем названии и доступных на платформе Scilit.

## **ВКЛАД АВТОРА**

Б. Н. Чигарев — сбор данных, концепция, анализ информации, подготовка текста.

## **CONTRIBUTION OF THE AUTHOR**

Boris N. Chigarev — data collection, concept, text preparation.

## **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## **CONFLICT OF INTEREST**

The author declares that they have no conflict of interest.

## **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES**

1. Bathla A., Aggarwal P., Manaswi K. (ed.). The Role of Digital Technology in Achieving Sustainable Development Goals (SDGs): A Systematic Literature Review. In: Bibliometric Analysis and Content Analysis. *Fostering Sustainable Development in the Age of Technologies*. Emerald Publishing Limited; 2023. P. 1–22.
2. Awli O., Lau E. Digital and sharing economy for sustainable development: A bibliometric and systematic review. *Economies*. 2023;11(4):105.  
<https://doi.org/10.3390/economies11040105>
3. Subramony M., Rosenbaum M.S. SDG commentary: economic services for work and growth for all humans. *Journal of Services Marketing*. 2024;38(2):190–216.  
<https://doi.org/10.1108/JSM-05-2023-0201>
4. Del Giudice M., Di Vaio A., Hassan R., Palladino R. Digitalization and new technologies for sustainable business models at the ship–port interface: a bibliometric analysis. *Maritime Policy & Management*. 2023;30(11):28446–28458.  
<https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1903600>
5. Dionisio M., de Souza Junior S.J., Paula F., Pellanda P.C. The role of digital social innovations to address SDGs: A systematic review. *Environ Dev Sustain*. 2023;26(3):5709–5734.  
<https://doi.org/10.1007/s10668-023-03038-x>
6. Singh S., Ru J. Goals of sustainable infrastructure, industry, and innovation: a review and future agenda for research. *Environ Sci Pollut Res*. 2023;30(11):28446–28458.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-25281-5>
7. Van Eck N.J., Waltman L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*. 2010;84(2):523–538.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
8. Hassan-Montero Y., De-Moya-Anegón F., Guerrero-Bote V.P. SCImago Graphica: a new tool for exploring and visually communicating data. *Profesional de la información*. 2022;31(5): e310502. <https://doi.org/10.3145/epi.2022.sep.02>

9. Eom T., Woo C., Chun D. Predicting an ICT business process innovation as a digital transformation with machine learning techniques. *Technology Analysis & Strategic Management*. 2024;36(9):2271–2283. <https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2132927>
10. Ali S.S., Choi B.J. State-of-the-art artificial intelligence techniques for distributed smart grids: A review. *Electronics*. 2020;9(6):1030. <https://doi.org/10.3390/electronics9061030>
11. Gai K., Xiao Q., Qiu M., Zhang G., Chen J., Wei Y., et al. Digital Twin-enabled AI enhancement in smart critical infrastructures for 5G. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*. 2022;18(3): Article No. 45. <https://doi.org/10.1145/3526195>
12. Kurnia Rahayu S., Budiarti I., Waluya Firdaus D., Oneginina V. Digitalization and informal MSME: Digital financial inclusion for MSME development in the formal economy. *Journal of Eastern European and Central Asian Research*. 2023;10(1):9–19. <https://doi.org/10.15549/jeecar.v10i1.1056>
13. Kagermann H., Wahlster W. Ten years of Industrie 4.0. *Sci.* 2022;4(3):26. <https://doi.org/10.3390/sci4030026>
14. Wang C., Cai Z., Li Y. Sustainable blockchain-based digital twin management architecture for IoT devices. *IEEE Internet Things Journal*. 2023;10(8):6535–6548. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3153653>
15. Amin M., El-Sousy F.F.M., Aziz G.A.A., Gaber K., Mohammed O.A. CPS attacks mitigation approaches on power electronic systems with security challenges for smart grid applications: A review. *IEEE Access*. 2021;9:38571–38601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3063229>
16. Sha J., Chen L., Zhou G. Discrete extended-phase-shift control for dual-active-bridge DC–DC converter with fast dynamic response. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2023;70(6):5662–5673. <https://doi.org/10.1109/tie.2022.3198261>
17. Omorov T., Takyrbashev B., Zakiriae K., Imanakunova Z., Koibagarov T., Asiev A. Development issues of systems for automation and digitalization of power distribution networks. *Energy Systems Research*. 2022;5(4):5–11. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338401016>
18. Bányai Á., Bányai T. Real-time maintenance policy optimization in manufacturing systems: An energy efficiency and emission-based approach. *Sustainability*. 2022;14(17):10725. <https://doi.org/10.3390/su141710725>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Борис Николаевич Чигарев**, к. ф.- м. н., старший научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; SPIN-код: 7610–8398, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Boris N. Chigarev**, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Senior Researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9903-2800>; e-mail: bchigarev@ipng.ru

**Поступила / Received** 01.07.2025

**Принята / Accepted** 22.07.2025

## МЦНТИ: события, информация, мнения /

## ICSTI: Events, Information, Opinions

## Наука, образование, экономика: роль научно-технической информации (пострелиз)

28-29 мая 2025 года на полях 77-го заседания Комитета Полномочных Представителей межправительственной организации «Международный Центр Научной и Технической Информации» (МЦНТИ) успешно прошла международная научная конференция «Наука, образование, экономика: роль научно-технической информации». Информационным спонсором конференции выступили: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, научный журнал МЦНТИ «Информация и инновации».

Конференция была посвящена обсуждению роли научно-технической информации (НТИ) в инновационном развитии науки, образования и экономики, национальным системам НТИ, актуальным вопросам технологического развития и международных партнерств.

Программа Конференции включала **пленарное заседание «Наука — образование — экономика: глобальные тренды и национальные вызовы»** (модератор профессор Джанита Абейвикрама Лиянаге, Полномочный Представитель Шри-Ланки в МЦНТИ, президент Института химии Цейлона) и три тематические сессии: **НТИ как национальный продукт и базис мировой индустрии** (модератор Надежда Алексеевна Чуйкова, кандидат технических наук, заведующий отделением Всероссийского института научной и технической информации РАН); **результаты интеллектуальной деятельности как объекты собственности и основания для сотрудничества** (модератор Захид Фаррух Мамедов, доктор экономических наук, профессор, директор Департамента организации и управления научной деятельностью Азербайджанского государственного экономического университета); **диалектика научного, образовательного и индустриального знания** (модератор Владимир Иванович Белов, доктор исторических наук, профессор, директор Научно-образовательного центра Африканских исследований Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы).

В ходе Конференции было заслушано 48 докладов и сообщений. Тематика докладов варьировалась от глобальных трендов мирового экономического и интеллектуального развития, искусственного интеллекта до значимых достижений национальных институтов в биоэкономике, космической медицине, защите трансграничных водных бассейнов, проектной деятельности научных центров. В мероприятии приняли участие государственные деятели, академические ученые, эксперты, профессора ведущих университетов, молодые исследователи, представители инновационного бизнеса — всего около 90 участников из 17 стран: Азербайджана, Беларуси, Грузии, Вьетнама, Египта, Индии, Ирана, Казахстана, КНДР, Кубы, Молдовы, Монголии, Нигерии, России (из городов Волгоград, Донецк, Екатеринбург, Москва, Пенза, Пятигорск, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Ставрополь, Тамбов, Томск, Улан-Удэ, Ухта), Сирии, Узбекистана и Шри-Ланки.

По завершении мероприятия ведущий научный сотрудник Центрального экономико-математического института Российской академии наук Александр Валерьевич Костин создал Telegram-группу участников Конференции для продолжения общения, обмена информацией, обсуждения идей и возможного совместного участия в международных проектах. Такое виртуальное сообщество, по мнению участников Конференции, является логичным продолжением прозвучавших инициатив.

## Science, Education, Economics: the Role of Scientific and Technological Information (post-release)

On 28-29 May 2025, on the sidelines of the 77th session of the Committee of Plenipotentiary Representatives of the intergovernmental organization 'International Centre for Scientific and Technical Information' (ICSTI), the international scientific conference 'Science, Education, Economics: the Role of Scientific and Technological Information' was successfully held. The information sponsors of the conference were: Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, and the ICSTI scientific journal 'Information and Innovations'.

The conference was devoted to discussing the role of scientific and technological information (STI) in the innovative development of science, education and the economy, national STI systems, topical issues of technological development and international partnerships.

The Conference Programme included a **plenary session 'Science — Education — Economics: Global Trends and National Challenges'** (moderated by Professor Janitha Abeywickrema Liyanage, Plenipotentiary Representative of Sri Lanka to ICSTI, President of the Institute of Chemistry Ceylon) and three thematic sessions: **STI as a National Product and the Basis of World Industry** (moderated by Dr. Nadezhda Chuykova, Head of the Department of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences); **Results of Intellectual Activities as Objects of Property and Grounds for Cooperation** (moderated by Zahid Farrukh Mamedov, D.Sc. in Economics, Professor, Director of the Department 'Organization and Management of Scientific Activities' of the Azerbaijan State Economic University); **Dialectics of Scientific, Educational and Industrial Knowledge** (moderated by Vladimir Belov, D.Sc. in History, Professor, Director of the Scientific and Educational Centre for African Studies at the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia).

During the conference, 48 reports and presentations were heard. The topics of the reports ranged from global trends in world economic and intellectual development and artificial intelligence to significant achievements of national institutions in bioeconomics, space medicine, protection of transboundary water basins, and project activities of scientific centres. The event was attended by government officials, academic scientists, experts, professors from leading universities, young researchers, and representatives of innovative businesses — a total of about 90 participants from 17 countries: Azerbaijan, Belarus, Georgia, Vietnam, Egypt, India, Iran, Kazakhstan, DPRK, Cuba, Moldova, Mongolia, Nigeria, Russia (from the cities of Volgograd, Donetsk, Ekaterinburg, Moscow, Penza, Pyatigorsk, Rostov-on-Don, Saint Petersburg, Stavropol, Tambov, Tomsk, Ulan-Ude, Ukhta), Syria, Uzbekistan, and Sri Lanka.

At the end of the event, Dr. Alexander Kostin, Senior Researcher at the Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences, created a Telegram group for conference participants to continue communicating, exchanging information, discussing ideas, and possibly participating in international projects together. According to the conference participants, such a virtual community is a logical continuation of the initiatives that were discussed.

---

Подписано в печать.  
Печать офсетная  
Тираж 500 экз.

Адрес редакции: 125252, Россия, Москва, ул. Куусинена, д. 21-Б

Типография АО «Т8 Издательские Технологии»,  
Адрес типографии: 109316, Россия, Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5.

